Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 125 del 31 maggio 2007 - Serie generale

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA **Roma - Giovedì, 31 maggio 2007** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00198 ROMA - CENTRALINO 06 85081

N. 127

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Decreti concernenti l'emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliorie tecniche disponibili, in materia di allevamenti, macelli e trattamento di carcasse, di fabbricazione di vetro, fritte vetrose e prodotti ceramici e di raffinerie, per le attività elencate nell'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59.

SOMMARIO

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DECRETI, DELIBERE E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DECRETO 29 gennaio 2007.

Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliorie tecniche disponibili, in materia di allevamenti, macelli e trattamento di carcasse, per le attività elencate nell'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

E

IL MINISTRO DELLA SALUTE

Visto il decreto decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59 recante «Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrante dell'inquinamento» e in particolare l'art. 4, comma 1 che prevede l'emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, nonchè che l'autorizzazione integrata ambientale sia rilasciata, tra l'altro, nel rispetto delle linee guida medesime e l'art. 4, comma 2, che prevede che, fino all'istituzione di una nuova commissione integrata secondo le disposizioni dello stesso comma, operi la commissione istituita con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio dell'11 novembre 2002 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana n. 302 del 17 dicembre 2002) ai sensi dell'art. 3, comma 2 del decreto legislativo n. 372/1999;

Acquisiti gli elaborati tecnici riportati in allegato al presente decreto, predisposti dalla commissione istituita con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio del 19 novembre 2002 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana del 7 dicembre 2002) ai sensi dell'art. 3, comma 2 del decreto legislativo n. 372/1999;

Sentita la conferenza unificata istituta ai sensi del decreto legislativo 25 agosto 1997, n. 281 nella seduta del 5 ottobre 2006;

Decreta:

Art. 1.

Emanazione delle linee guida per l'individuazione e l'utillizzazione delle migliori tecniche disponibili

Ai sensi dell'art. 4, commi 1 e 2 decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59 sono emanate linee guida recanti i criteri specifici per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per gli impianti esistenti che esercitano le attività rientranti nelle categorie descritte ai seguenti punti del l'allegato I del medesimo decreto:

6.4.a) Macelli aventi una capacità di produzione di carcasse di oltre 50 tonnellate al giorno;

6.5. Impianti per l'eliminazione o il ricupero dli carcasse e di residui di animali con una capacità di trattamento di oltre 10 tonnellate al giorno;

6.6. Impianti per l'allevamento intensivo di pollame o di suini con più di:

a) 40.000 posti pollame;

b) 2.000 posti suini da produzione (di oltre 30 kg), o;

c) 750 posti scrofe.

Tali linee guida, che costituiscono parte integrante del presente diecreto, sono riportate in allegato.

Per criteri di tipo generale e per la definizione dei sistemi di monitoraggio, relativamente alle categorie di attività citate al comma 1, le linee guida riportate in allegato sono da considerarsi unitamente alle linee guida generali e alle linee guida in materia di sistemi di monitoraggio già emanate per le attività rientranti nelle categorie descritte ai punti 1.3, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 e 6.1 nell'allegato I del decreto lecislativo 4 agosto 1999, n. 372 con decreto del 31 gennaio 2005, pubblicato sul supplemento ordinario n. 107 alla *Gazzetta Ufficiale* 13 giugno 2005.

Art. 2.

Entra in vigore

Il presente decreto entra in vigore il giorno successivo alla pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica Italiana.

Il presente decreto sarà trasmesso agli organi di controllo per la registrazione e pubblicato nella *Gazzeua Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 29 gennaio 2007

Il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare
PECORARO SCANIO

Il Ministro dello sviluppo economico
BERSANI

Il Ministro della salute
TURCO

Registrato alla Corte dei conti il 30 aprile 2007
Ufficio di controllo atti Ministeri delle infrastrutture ed assetto del territorio registro n. 1, foglio n. 155.

ALLEGATO I

IPPC

(PREVENZIONE E RIDUZIONE INTEGRATE DELL'INQUINAMENTO)

DECRETO LEGISLATIVO 372/99 (art. 3, comma 2)

LINEE GUIDA PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Categoria IPPC 6.4. a): Macelli aventi una capacità di produzione di carcasse di oltre 50 tonnellate al giorno;

Categoria IPPC 6.5: impianti per l'eliminazione o il ricupero di carcasse e di residui di animali con una capacità di trattamento di oltre 10 tonnellate al giorno.

INDICE

A. PREMESSA

Con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro delle attività produttive e con il Ministro della Salute, in data 15 aprile 2003, è stata istituita la Commissione Nazionale ex art. 3, comma 2, del decreto legislativo 372/99 , per la redazione delle linee guida per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili (MTD), ai fini del rilascio, da parte delle autorità competenti nazionale e regionali, dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA).
La Commissione suddetta ha istituito, a sua volta, sedici gruppi tecnici ristretti (GTR), composti da rappresentanti dei ministeri interessati e degli interessi industriali, ed ha incaricato i GTR di predisporre una proposta di linee guida in ciascuno dei tredici settori ritenuti al momento prioritari.
Questo documento presenta la proposta del GTR "macelli/carcasse, allevamenti", istituito il 4 giugno 2003 con la seguente composizione:

- ing. Alfredo Pini (APAT, coordinatore) e prof. Paolo Avellini (Università di Perugia), designati dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio
- dott. A. Ioppolo (ISS) e dott. S. Bellagamba (ISPESL), designati dal Ministero della salute
- dott. Giovanni Duranti, designato dal Ministero delle attività produttive
- dott. Giuseppe Bonazzi (CRPA), designato dalla Commissione Nazionale MTD
- dott. Carlo Leoni (Stazione Sperimentale Conserve Alimentari) e dott. Giovanni Sorlini (ASSOCARNI), designati da Confindustria.

Ai lavori del GTR "macelli/carcasse, allevamenti" hanno preso parte anche esperti e collaboratori a supporto dei membri designati. In particolare, ai lavori del GTR "macelli/carcasse, allevamenti" hanno contribuito:

- dott.ssa Aurelia Fonda, come esperto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio;
- ing. Nazzareno Santilli (APAT) come esperto e la sig.ra Anna De Luzi (APAT) per la segreteria tecnica del gruppo.

Nelle sue prime riunioni il GTR "macelli/carcasse, allevamenti" (d'ora in poi semplicemente GTR) ha inteso delineare gli scopi e gli obiettivi del proprio lavoro che si possono così sintetizzare:

- gli elementi che il GTR propone alla Commissione Nazionale MTD hanno la valenza di strumento per l'approfondimento delle conoscenze tecnologiche nel settore sia ad uso dell'industria che dovrà presentare domanda di autorizzazione integrata ambientale sia ad uso del funzionario dell'autorità competente che dovrà istruire il procedimento e rilasciare l'autorizzazione;
- in quanto strumento di approfondimento delle conoscenze questo documento non contiene indicazioni su "limiti di emissione", essendo questi ultimi il risultato di un processo di valutazione che deve tenere in conto aspetti specifici dell'industria che si autorizza e del sito su cui tale industria opera; la proposta di linea guida del GTR contiene piuttosto un'elencazione di tecniche disponibili ritenute le migliori oggi utilizzabili sia dal punto di vista tecnico che economico e delle prestazioni ambientali che sono conseguibili con le tecnologie proposte; le prestazioni saranno presumibilmente indicate sotto forma di intervalli di valori, in analogia con quanto fatto nel BRef comunitario;

- questo documento non contiene indicazioni sulla documentazione che dovrà essere prodotta dal richiedente al fine della richiesta dell'autorizzazione, ritenendo che tale aspetto debba essere trattato in altra sede;
- questo documento contiene invece gli elementi del monitoraggio e controllo degli aspetti ambientali significativi e dei parametri operativi specifici del settore, lasciando gli elementi generali per la definizione del piano di monitoraggio e controllo dell'azienda alla linea guida generale sui "sistemi di monitoraggio".

Nel seguito del testo si farà ripetutamente cenno al documento comunitario noto come "BRef". Si tratta del documento di riferimento per l'identificazione delle migliori tecniche, edito dall'ufficio IPPC della UE sito in Siviglia.
L'Unione Europea, infatti, si è attrezzata per favorire l'attuazione della direttiva IPPC creando un apposito ufficio, operante presso il Centro comunitario di ricerca di Siviglia. L'ufficio "IPPC" coordina una serie di gruppi tecnici che sono incaricati della redazione di documenti di riferimento per l'individuazione delle migliori tecnologie, i cosiddetti *Best Available Techiniques Reference documents (BRefs)*. L'Italia ha attivamente contribuito ai lavori dei gruppi tecnici, con il coordinamento del ministero dell'Ambiente.
Per il settore macelli e carcasse animali è oggi disponibile il documento "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries – Final Draft September 2003" disponibile sul sito dell'ufficio IPPC di Siviglia all'indirizzo http://eippcb.jrc.es.
Nei riferimenti al BRef, nel seguito questo documento, si farà uso dell'acronimo inglese BAT che in lingua inglese è utilizzato per indicare le *Best Available Techiniques*; nel resto del testo si utilizzerà altresì l'acronimo italiano MTD ad indicare la migliore tecnica disponibile (al singolare) o le migliori tecniche disponibili (al plurale).

Il GTR, infine, ha preso atto della notevole complessità del settore dell'industria dei sottoprodotti animali (categoria 6.5 IPPC), spesso nota con l'appellativo dell'industria del "quinto quarto", per indicare come tratti tutto il materiale che residua dalla separazione delle carni dalle "carcasse animali" (i cosiddetti "quarti"). Si tratta di materiale commestibile o meno che ha rappresentato una sezione industriale importante nell'industria delle carni. In tempi recenti, la crisi dovuta alla diffusione della BSE ha causato una sostanziale riduzione di questa branca industriale ed un aumento del materiale animale destinato allo smaltimento piuttosto che al riutilizzo. Le tipologie di impianti che operano "a valle" del macello sono riassumibili in: impianti di trattamento generici (rendering), impianti per la fusione dei grassi, impianti per la produzione di colle e gelatine, impianti per la produzione di cibo per pesci, impianti per il trattamento del sangue e delle ossa, impianti di incenerimento, biogas e compostaggio, impianti oleochimici. Nel seguito di questo documento verranno fornite indicazione specifiche, oltre che per i macelli, per i principali impianti tipici dell'industria del "quinto quarto", vale a dire l'industria del rendering e dell'incenerimento, biogas e compostaggio. Poche informazioni saranno altresì fornite per gli impianti per il trattamento ossa, la produzione di colle e gelatine e per il trattamento del sangue. Considerate le soglie in termini di capacità che la direttiva IPPC introduce, è presumibile che gli impianti non trattati in questo documento e che ricadono nell'ambito della categoria 6.5 dell'IPPC siano in Italia molto pochi. Per questi ultimi impianti è comunque possibile far riferimento al citato BRef comunitario.

B. IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DI SETTORE

La ricognizione normativa proposta in questo paragrafo intende indirizzare il lettore verso le norme rilevanti della vigente legislazione ambientale, in relazione allo specifico settore degli allevamenti di suini e pollame, della macellazione, della eliminazione degli "scarti" e "carcasse" (ovvero con la più recente terminologia sottoprodotti animali e corpi interi o parti di animale).
L'elenco che viene presentato nel seguito non ha alcuna pretesa di completezza né può essere adottato nei procedimenti autorizzativi come riferimento unico ed esauriente, tanto più che esso non comprende una parte di normativa, quella di genesi regionale, che comunque deve essere presa in considerazione e rispettata nell'esercizio delle attività suddette.

Emissioni in atmosfera

D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203: attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, numero 183. *G.U. S.O. n. 140 del 16 giugno 1988.*
D.P.C.M. 21 luglio 1989: atto di indirizzo e coordinamento alle regioni, ai sensi dell'art. 9 della legge 8 luglio 1986, n. 349, per l'attuazione e l'interpretazione del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203. *G.U.S.O n. 171 del 24 luglio 1989.*
Decreto ministeriale 12 luglio 1990: linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione. *G.U.S.O. n. 174 del 30 luglio 1990.*
D.M. 21 dicembre 1995: disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali. *G.U.S.O. n.5 del 8 gennaio 1996.*

Reflui liquidi

Decreto legislativo n. 152 dell'11 maggio 1999: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole". *G.U.S.O. n. 124 del 29 maggio 1999*

Rifiuti

Decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22: attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio. *G.U.S.O. n.38 del 15 febbraio 1997.*

Nuovo regime autorizzativo

Decreto legislativo n. 372 del 4 agosto 1999: "Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento". *G.U.S.G. n. 252 del 26 ottobre 1999*
Decreto Ministro dell'Ambiente del 23 novembre 2001: "Dati, formato e modalita' della comunicazione di cui all'art. 10, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372". *G.U.S.O. n. 37 del 13 febbraio 1999*
Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 dicembre 2002: "Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003". *G.U.S.O. n. 37 del 4 gennaio 2003*
Decreto Legislativo 18 febbraio 2005, n.59 - Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento. *GU n. 93 del 22-4-2005- Suppl. Ordinario n.72*

Regolamento 1774

Il Regolamento (CE) n 1774 del Parlamento e del Consiglio Europeo del 3 ottobre 2002, recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale non destinati al consumo umano, si connette ed interfaccia con la normativa ambientale del settore.
Questo regolamento abroga la direttiva 90/667/CEE e disciplina la gestione dei sottoprodotti di origine animale non destinati al consumo umano. Si tratta di una disciplina completa che non si somma a quella derivante dalla direttiva 75/442/CEE sui rifiuti ma si collega ad essa secondo quanto esplicitato dall'articolo 11 dell'Accordo 1° luglio 2004 tra il Ministro della salute, il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, il Ministro per le politiche agricole e forestali, le regioni e le province autonome di Trento e di Bolzano, recante: «Linee guida per l'applicazione del Regolamento CE n. 1774/2002 del Parlamento e del Consiglio dell'Unione europea del 3 ottobre 2002, recante norme sanitarie relative ai sottogruppi di origine animale non destinati al consumo umano.
Non solo dal punto di vista sanitario, ma anche dal punto di vista amministrativo ed autorizzativo fissa i requisiti relativi alla raccolta ed al trasporto, con gli specifici documenti commerciali ed eventuali certificati sanitari, agli impianti di transito e di magazzinaggio, agli impianti di trasformazione per le differenti categorie di materiali.
Relativamente alla raccolta trasporto e magazzinaggio vale infatti l'articolo 7 comma 1: "… i sottoprodotti e prodotti trasformati, ad eccezione dei rifiuti alimentari della categoria 3, sono raccolti, trasportati ed identificati conformemente alle disposizioni dell'allegato II …"; al comma 3 del medesimo articolo si dà mandato allo Stato membro di stabilire adeguate disposizioni per garantire tale conformità.

In pratica è lo Stato membro, l'autorità sanitaria, che stabilisce le procedure autorizzative per i trasportatori, ed i relativi veicoli, dei sottoprodotti animali.
Il comma 4 dell'articolo 7 chiarisce ulteriormente che invece la disciplina dei rifiuti si applica alla raccolta trasporto e smaltimento dei rifiuti di cucina; è quindi comprensibile che il Regolamento da solo intende disciplinare la raccolta, trasporto magazzinaggio delle altre tipologie di materiali: sottoprodotti e prodotti trasformati.
E' ancora da segnalare che, anche per quanto riguarda gli impianti di transito, di trasformazione, gli impianti oleochimici, di produzione di alimenti per animali da compagnia, per gli impianti tecnici e, qualora la matrice utilizzata sia quella indicata dal Regolamento, per gli impianti di produzione di biogas e di compostaggio, l'autorità che opera il riconoscimento ai sensi del Regolamento 1774 (così sono chiamate nel Regolamento le procedure autorizzative) si identifichi con quella sanitaria (per gli impianti di produzione di biogas e di compostaggio vale la deroga prevista dal regolamento 808/2003 del 12 maggio 2003), fatta salva l'applicazione delle normative ambientali diverse dal decreto legislativo 22 del 1997.
Naturalmente nel caso in cui nel corso di tali attività si vengano a produrre dei rifiuti, distinti dai sottoprodotti contemplati nello stesso regolamento, si applicano le disposizioni, previste a carico del produttore di rifiuti, dalla disciplina specifica di settore (decreto legislativo n 22/97 e relativi decreti attuativi).
È opportuno infine segnalare che il Regolamento 1774 ha introdotto nuove definizioni, ancora non esistenti all'epoca dell'approvazione della direttiva IPPC. In base alla terminologia introdotta dal regolamento 1774 non si parlerà più di "carcasse animali", ad esempio, ma di "corpi interi o parti di animali" così come non si userà il termine "scarti" ma quello "sottoprodotti di origine animale". Le definizioni originali sono state ovviamente mantenute nel titolo di questo documento e nei riferimenti alla direttiva IPPC, mentre nel resto del documento si è solitamente fatto uso della nuova terminologia.

C. RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE

Dati sulla produzione, distribuzione territoriale degli impianti, personale impiegato, dati macroeconomici

La macellazione di carni rosse

La macellazione avviene nei macelli o mattatoi e si identifica con un ciclo di operazioni cui sono sottoposti gli animali le cui carni sono destinate all'alimentazione umana. Dalle "carcasse" animali (corpi interi o parti di animale secondo la più recente terminologia) si ottengono sottoprodotti che sono raccolti e inviati agli impianti per la trasformazione dei sottoprodotti della macellazione.
Un mattatoio moderno deve essere costruito in modo da assicurare la più assoluta igiene della lavorazione, quindi deve avere locali di facile pulizia e con buona aerazione, una notevole disponibilità di acqua potabile, circuiti distinti per ciascuna categoria di sottoprodotti e rifiuti derivanti dal ciclo produttivo. Per tali motivi i macelli di carni rosse vengono realizzati in senso orizzontale, tenendo separate le stalle di sosta e locali contumaciali di osservazione del bestiame e delle carni. La maggiore specializzazione produttiva ed i moderni standard sanitari comportano reparti e linee di macellazione specifiche per categoria di bestiame (es bovini, ovini, suini, solipedi, etc); inoltre, un macello deve avere uno o più reparti per la pronta macellazione e l'eventuale distruzione di bestiame infetto. Locali per il deposito di carni non ammesse al consumo, celle e magazzini frigoriferi per il deposito delle carni macellate, locali per la cottura degli stomaci, eventuali laboratori per analisi e ricerche microscopiche completano gli impianti indispensabili. I macelli più complessi sono integrati con strutture per l'ulteriore lavorazione del prodotto, quali il sezionamento delle carni, porzionatura in unità di piccola pezzatura, macinazione, cottura ed altre forme di trasformazione quale salagione, marinatura, stagionatura, affumicatura, etc). Le lavorazioni del prodotto, peraltro, non saranno oggetto di questo documento poiché non rientrano nella definizione della categoria 6.4.a dell'IPPC.
La macellazione comprende le fasi di stordimento, sospensione, dissanguamento, scuoiamento, eviscerazione, divisione e toelettatura delle carcasse, raffredamento.

La macellazione di pollame

Il pollame da macellare arriva allo stabilimento in gabbie e viene fatto sostare in aree appositamente dedicate. Successivamente gli animali sono tolti dalle gabbie ed appesi alla linea di macellazione, che li avvia allo stordimento.
Dopo lo stordimento l'animale viene ucciso per dissanguamento, provocato dal taglio della vena giugulare per mezzo di una lama rotante (o manualmente). Successivamente gli animali vengono immersi in vasche di scottatura, per facilitare la pulizia ed estrazione delle penne in funzione della successiva spennatura. Questa viene eseguita da apposite macchine costituite da dischi rotanti che sono muniti di dita di gomma.

Gli animali vengono quindi eviscerati, per mezzo di apposite macchine, che aprono la cloaca ed estroflettono il pacchetto intestinale.

Dopo l'eviscerazione si esegue il raffreddamento ad aria, per mezzo di tunnel ventilati e refrigerati. All'uscita dei tunnel le "carcasse" sono calibrate per qualità e peso e successivamente imballate e/o confezionate. Il processo si conclude con lo stoccaggio in celle a temperatura inferiore a 4°C, in attesa della successiva spedizione.

La macellazione in Unione europea

Negli ultimi anni il mercato europeo della carne è stato caratterizzato da una forte instabilità, legata sia al continuo succedersi di crisi del consumo, conseguenti al ripetersi di epidemie connesse al mancato rispetto di norme sanitarie minime, sia alle dinamiche del mercato internazionale che, in alcuni casi, ha pesantemente condizionato lo scenario interno. Nel 1998 la produzione comunitaria di carne ha sfiorato i 35 milioni di tonnellate, risultando in sensibile crescita rispetto al 1997 (+3%). Il settore suino è risultato quello che ha registrato il maggiore incremento (+6%), seguito da quelli ovi-caprino e avicolo (+3%). Unico comparto in flessione è apparso quello bovino (-4%). La produzione di carne bovina ammonta nel 1998 a 7,6 milioni di tonnellate, calata a circa 7.4 nel 2002 (EUR 15). La produzione carne suina è di 17,5 milioni di tonnellate. Le macellazioni del bestiame ovi-caprino hanno portato ad un'offerta di 1,1 milioni di tonnellate, e le macellazioni del comparto avicolo raggiungono quasi i 9 milioni di tonnellate (Federici, 2000).

Macellazione 1998	*Unione europea* * (Mt p.m.)	*Italia* ^ (Mt p.m.)
Bovini (dati 2002) °	6,3	1,1
suini	17,5	1,4
ovi-caprini	1,1	0,07
pollame	9	1,2

Macellazione (milioni di tonnellate di peso morto) in Unione europea e in Italia (fonti: * Federici, 2000; ^ ISTAT, 1998; ° Assocarni 2003)

La macellazione in Italia

Il settore della macellazione in Italia ha subito nei decenni successivi alla seconda guerra mondiale una evoluzione estremamente complessa e che è derivata da un cambiamento totale delle indicazioni anche normative. La normativa italiana prevedeva inizialmente che in ogni Comune con più di 5000 abitanti dovesse operare obbligatoriamente un macello pubblico per carni rosse, il che ha portato ad un numero molto elevato di impianti di piccola potenzialità. Negli ultimi venti anni si è assistito ad una graduale diminuzione del numero di impianti di macellazione a carni rosse in Italia. La relativa concentrazione che ne è seguita può essere imputabile a diversi fattori.

Dagli inizi degli anni '80 le innovazioni tecnologiche introdotte nel settore hanno avuto come effetto immediato di razionalizzare gli impianti dei macelli e di aumentarne capacità produttiva nonché, come effetto collaterale, di introdurre sostanziali economie di scala, le quali hanno di fatto portato ad una concentrazione degli impianti.
Successivamente, negli anni '90, al fattore tecnologico si è aggiunto un altro fattore legato alle nuove normative comunitarie e nazionali di tipo igienico-sanitario in materia di scambi intracomunitari di carni fresche; tali direttive hanno introdotto severi e onerosi vincoli di carattere sanitario alle imprese di macellazione, provocandone una forte scrematura. Numerose delle aziende esistenti si sono così trovate fuori dal mercato ed in particolare i numerosi piccoli impianti di tipo artigianale nonché molti degli stabilimenti pubblici.
La macellazione e la lavorazione delle carni fresche è regolamentata dal Decreto legislativo 286/94 del 18 aprile 1994 in attuazione delle direttive 91/497/Cee, 91/498/Cee e 92/120/Cee. Il decreto riguarda la macellazione dei grossi animali da reddito, cioè bovini, bufalini, ovi-caprini e cavalli. L'applicazione di questo decreto ha imposto alle imprese di macellazione il rispetto di elevati standard igienici sia nelle strutture sia nei processi produttivi, nonché l'effettuazione di regolari controlli. Tali sono gli *impianti che hanno ottenuto il riconoscimento comunitario* e che appongono il bollo CE al proprio prodotto, che ne consente l'esportazione sul territorio dell'Unione Europea. Gli *impianti a capacità limitata* (cioè con un'attività di macellazione inferiore alle 1000 Ugb/anno o di sezionamento minore alle 5 t/settimana) rispondono a requisiti minimali rispetto ai grandi impianti; ad essi è stata concessa la possibilità di operare sul solo territorio nazionale, commercializzando le carni con un differente bollo.
La macellazione dei volatili da cortile (galline ovaiole, polli, tacchini, faraone, anatre) è regolamentata dal Decr. 495/97, del 10 dicembre 1997, emanato in attuazione della Direttiva 71/118/CEE rivista ed aggiornata dalla Direttiva 92/116/CEE.
Sotto il profilo organizzativo la filiera della trasformazione della carne sta vivendo da alcuni anni un processo di trasformazione strutturale che coinvolge sia la produzione sia le fasi di trasformazione e commercializzazione del prodotto. Si assiste al passaggio dai tradizionali circuiti costituiti da "allevamento medio/piccolo – macello comunale/locale – macellerie" a sistemi integrati e moderni del tipo "grande allevamento – macello industriale e laboratorio di sezionamento – moderna distribuzione/*catering*". È da notare che le operazioni di sezionamento e distribuzione non rientrano nelle categorie IPPC cui si rivolge questa linea guida e dunque non saranno trattate nel seguito. I dati forniti dall'ISTAT indicano che i 1.900 macelli **comunali** in Italia del 1982, nel 1992 erano scesi a 706 e nel 1999 risultavano essere attivi solo in 376. Quindi, in 17 anni si è registrato un calo dei mattatoi pubblici pari all'80% e negli ultimi 7 anni del 46,7%.
In Italia,complessivamente, il numero di macelli è diminuito del 63% dai primi anni novanta; operano poco meno di 2.900 macelli di carni rosse, di cui 2.200 macellano prevalentemente o esclusivamente carne bovina.

<u>Macelli di carni rosse</u>

	Numero di imprese	*Occupati*		*Macellazione*		*Capi macellati per impresa*
		numero	*%*	*capi (migliaia)*	*%*	
Prime dieci imprese	10	1.900	19	950	22	95.000

Macelli pubblici	440	2.310	23	800	18	1.819
Altri macelli	1.750	5.990	59	2.650	60	1.514
Totale	2.200	10.200	100	4.400	100	2.000

L'industria della macellazione bovina in Italia (fonte Osservatorio carne bovina, 2000).

I macelli possono essere divisi tra quelli con bollo CEE e quelli a capacità limitata. Il valore discriminante varia in base alla specie dell'animale e, in particolare, per i suini il limite risulta di 100 suini a settimana o 5000 all'anno. Il limite è abbondantemente al di sotto della soglia di applicabilità della Direttiva IPPC, infatti ammettendo anche che la macellazione minima avvenga in una sola giornata, la produzione in termini di carcassa sarebbe di 13 t/d.
Tra le Regioni italiane, la ripartizione dei macelli con il bollo CEE vede ancora in testa la Lombardia con il 19% degli impianti nazionali pari 71 macelli, di cui 70 privati e uno pubblico. Seguono nell'ordine: Piemonte (15%, 55 + 3), Veneto (11%, 41 +2) ed Emilia Romagna (10% 36 +3).

Numero di macelli con bollo CEE suddivisi per regione - anno 1999

	MACELLI PRIVATI		MACELLI PUBBLICI		TOTALE	
Regione	Numero macelli	Percentuale numero aziende	Numero macelli	Percentuale numero aziende	Numero macelli	Percentuale numero aziende
Valle d'Aosta	**2**	0,9			**2**	0,5
Piemonte	**55**	25,1	**3**	8,6	**58**	14,4
Liguria		0,0	1	2,9	**1**	0,2
Lombardia	**70**	32,0	1	2,9	**71**	17,7
Trentino-Alto Agide	**3**	1,4			**3**	0,7
Veneto	**41**	18,7	**2**	5,7	**43**	10,7
Friuli-Venezia Giulia	**3**	1,4			**3**	0,7
Emilia-Romagna	**36**	16,4	**3**	8,6	**39**	9,7
Toscana	**19**	8,7	**3**	8,6	**22**	5,5
Marche	**12**	5,5	**5**	14,3	**17**	4,2
Umbria	**5**	2,3	**2**	5,7	7	1,7
Lazio	**24**	11,0	1	2,9	**25**	6,2
Abruzzo	**14**	6,4	**4**	11,4	**18**	4,5
Molise	**2**	0,9			**2**	0,5
Campania	**28**	12,8	**4**	11,4	**32**	8,0
Puglia	**15**	6,8	**2**	5,7	**17**	4,2
Basilicata	7	3,2			7	1,7
Calabria	**14**	6,4			**14**	3,5
Sicilia	**8**	3,7	**3**	8,6	**11**	2,7

Sardegna	**9**	4,1	**1**	2,9	**10**	2,5
ITALIA	**367**		**35**		**402**	
Italia Settentrionale	***210***	57,2	***10***	*28,6*	**220**	*54,7*
Italia Centrale	***76***	20,7	***15***	*42,9*	**91**	*22,6*
Italia Meridionale e isole	***81***	22,1	***10***	*28,6*	**91**	*22,6*

Nel complesso i mattatoi attivi con bollo CEE sono 402 e rappresentano solo il 15,7% del totale. Ciò dimostra come - nonostante quanto accennato sui cambiamenti tecnologici ed i vincoli legislativi di questi ultimi anni - l'Italia continui ad essere principalmente caratterizzata da larga base di impianti a carattere artigianale.
Dei 402 macelli censiti, 188 sono specializzati (62 bovini, 106 suini, 16 ovo-caprini e 4 equini) e 214 sono misti (in 211 si macellano bovini, in 151 suini, in 168 ovo-caprini e in 129 equini) (Tav. 5).
Altro dato da valutare è che mentre tra i privati il 16,8% dei macelli risulta essersi adeguato alle normative per la concessione del bollo CEE, nell'ambito pubblico tale quota è pari appena al 9,3%.

	peso morto (migliaia di tonnellate)			**capi macellati** (migliaia)		
	1996	1997	1998	1996	1997	1998
Bovini	1.181	1.159	1.111	4.629	4.603	4.408
- vitelli	180	156	146	1.229	1.131	1.097
- vitelloni, manzi, tori	834	818	796	2.723	2.710	2.631
- vacche	166	185	168	677	763	680
Suini	1.410	1.396	1.412	11.944	12.164	12.571
- lattonzoli e magroni	45	65	72	921	1.448	1.722
- grassi	1.365	1.331	1.341	11.023	10.716	10.849
Ovicaprini	78	76	73	8.362	8.105	7.806
- ovini	74	72	72	7.950	7.652	7.415
- caprini	4	4	3	411	453	391
Equini	54	53	50	248	240	227

Fonte: La macellazione in Italia per tipo di animale. I valori sono relativi al peso morto (peso delle "carcasse" dopo la macellazione) e al numero di capi abbattuti (Federici, 1999).

In termini di tonnellate di peso morto e di tipo di prodotto, l'82% della macellazione bovina viene praticata da impianti localizzati nell'Italia centro-settentrionale ed il 71,9%

in solo quattro regioni (Piemonte, Lombardia, Veneto ed Emilia-Romagna). L'82,8% della macellazione bovina è effettuata in mattatoi privati.
Nelle regioni centro-settentrionali si macella l'81,9% dei suini ad un peso vivo superiore, in media, di 9 kg rispetto a quello nazionale. L'attività dei mattatoi privati nel settore suino risulta predominante (92,3%) rispetto a quelli pubblici.
Nelle regioni meridionali sono abbattuti oltre i due terzi di ovini e caprini, anche in questo caso l'incidenza della macellazione privata è superiore a quella pubblica (66,3% sul totale).

	Italia (t p.m.)	*Nord-Centro* (t p.m.)	*Mezzogiorno* (t p.m.)	**Macelli privati** %
bovini	1.111.276	921.681	189.595	82,8
suini	1.412.189	1.235.037	177.153	92,3
ovi-caprini	73.264	24.082	49.182	66,3
equini	50.414	29.467	20.948	65,4

La macellazione in Italia nel 1998. I dati delle prime tre colonne sono espressi in tonnellate di peso morto (fonte ISTAT, 1998).

Nel 1998 la macellazione bovina e bufalina è stata pari a 4.416 mila capi. Rispetto al 1997 si registra una diminuzione di circa 195 mila capi. Sia il numero di capi macellati sia il relativo peso morto risultano inferiori del 4,2% rispetto all'anno precedente. La riduzione della macellazione interessa le categorie di vitelli (-3,0%), dei vitelloni e manzi (-3,0%), delle vacche (-10,8%). Si registra invece un aumento per buoi e tori dello 0,8%. Il numero di capi suini macellati nel 1998 ammonta a 12.571 mila unità; rispetto al 1997, si verifica un incremento di 407 mila capi abbattuti (+3,4%). In peso morto la variazione positiva è pari solo all'1,2% in conseguenza della riduzione del peso vivo medio a capo degli animali avviati al macello e della resa alla macellazione. La diminuzione del peso vivo nel 1998 dipende da una maggiore incidenza delle macellazioni di lattonzoli e magroni sul totale (13,7% nel 1998, 11,9% nel 1997. Per gli ovini e caprini la macellazione nel 1998 è pari a 7.806 mila capi (-3,7% rispetto al 1997) per un peso morto complessivo di 73 mila tonnellate (-3,3%). In particolare, la diminuzione nel numero dei capi macellati per gli ovini ammonta al 3,1% e per i caprini al 13,6%.

La regione in cui si macella il maggior numero di animali è la Sardegna (29,3% del totale nazionale e 42,8% del Mezzogiorno). La macellazione equina risulta pari nel 1998 a 227 mila capi (-5,4% rispetto al 1997), per un peso morto complessivo di 50 mila tonnellate (-4,9%). Il maggior numero di capi abbattuti (31,9% del totale) si riscontra in Puglia (fonte ISTAT, 1998).

Macelli di pollame:

Numero di macelli con bollo CEE suddivisi per regione anno 1999		
	MACELLI PRIVATI (*)	
Regione	Numero macelli	%
Valle d'Aosta	**0**	0,0
Piemonte	**27**	15,6
Liguria	**0**	0,0
Lombardia	**30**	17,3
Trentino-Alto Agide	**0**	0,0
Veneto	**30**	17,3
Friuli-Venezia Giulia	**6**	3,5
Emilia-Romagna	**26**	15,0
Toscana	**6**	3,5
Marche	**12**	6,9
Umbria	**6**	3,5
Lazio	**1**	0,6
Abruzzo	**2**	1,2
Molise	**1**	0,6
Campania	7	4,0
Puglia	**2**	1,2
Basilicata	**4**	2,3
Calabria	**0**	0,0
Sicilia	**6**	3,5
Sardegna	7	4,0
ITALIA	**173**	
Italia Settentrionale	***123***	71,2
Italia Centrale	***25***	14,4
Italia Meridionale e isole	***25***	14,4

(*) Per il pollame non esistono macelli pubblici.

Riepilogo dei dati ISTAT 1998:

- nel comparto bovino sono stati macellati 4,4 milioni di capi equivalenti a 1,1 Mt in peso morto t (13% vitello, 71% vitelloni, manzi e tori, 15% vacca), la resa al macello delle razze bovine da carne è in media del 60%;
- nel comparto suino sono stati abbattuti circa 12,6 milioni di capi pari a 1,4 Mt in peso morto, la resa è circa dell'80%;
- nel comparto ovi-caprino sono stati abbattuti 7,8 milioni di capi (95% ovini e 5% caprini) per un peso morto di 0,07 Mt, resa media di macellazione del 56%;
- nel comparto equino i capi macellati sono 0,2 milioni per un peso morto complessivo di 0,05 Mt;

- nel comparto pollame il peso morto pari a 1,2 Mt è superiore a quello del comparto bovino (non si hanno i dati del numero di capi macellati e della resa alla macellazione); il numero complessivo di capi macellati ammonta a 529.000.

Per quanto riguarda il commercio con l'estero nel settore delle carni rosse fresche, refrigerate o congelate nel 1998 l'Italia ha importato 778,6 mila tonnellate di carni suine (+16,3% rispetto al 1997), 392,2 mila tonnellate di carni bovine (+11,7%), 23,5 mila tonnellate di carni ovine e caprine (+2%) e 18,6 mila tonnellate di carni equine (-9,9%). Per le esportazioni si verifica un andamento negativo per le carni bovine (-23,8%) ed equine (-53,2%), stabile per quelle suine (+0,7%) e positivo per quelle ovi-caprine (+44%).

Gestione dei sottoprodotti non destinati al consumo umano

Fino a pochi anni fa la maggioranza dei sottoprodotti di origine animale era trasformata dall'industria della fusione e quindi riciclata nella catena di produzione di alimenti zootecnici, con scarse dispersioni nell'ambiente.
Con l'avvento del problema BSE il Parlamento Europeo nella sua risoluzione del 16 novembre 2000 sulla sicurezza dei mangimi animali ha chiesto il divieto dell'uso di proteine animali nei mangimi per l'alimentazione di animali d'allevamento, diversi da quelli da pelliccia, e per l'alimentazione di una specie con proteine animali trasformate ottenute da corpi o parti di corpi di animali della stessa specie.
L'utilizzo delle farine di carne ed ossa per l'alimentazione zootecnica è attualmente regolamentato dal combinato disposto delle norme sanitarie riguardanti la profilassi sanitaria della BSE ed il Regolamento 1774/2002.
In base a tali norme l'utilizzo è attualmente limitato all'alimentazione dei pesci, degli animali da pelliccia e degli animali d'affezione.
E' importante inoltre, per evitare contaminazioni crociate, assicurare la necessaria separazione dei sottoprodotti di origine animale destinati ad essere utilizzati nei mangimi, derivati esclusivamente a partire da materiali di categoria 3, in ogni fase della trasformazione, del magazzinaggio e del trasporto, nonché il rispetto del principio della monospecie (somministrazione ad una specie di prodotti ottenuti esclusivamente da specie diverse).
Il Regolamento prevede infatti specifici requisiti per il riconoscimento degli impianti di trasformazione di categoria 3, distinti da quelli di categoria 1 e 2.
La trasformazione in questi impianti può essere inoltre trattamento preliminare al fine della eliminazione finale come rifiuti, e quindi in impianti autorizzati ai sensi della normativa ambientale, mediante incenerimento e coincenerimento.
In base a quanto previsto dal Regolamento (articolo 12 comma 1) infatti, i prodotti trasformati, farine animali, possono essere inceneriti e coinceneriti solo in impianti autorizzati ai sensi della normativa ambientale[1].
Per quanto riguarda il coincenerimento con recupero energetico, dei grassi fusi e delle proteine animali trasformate l'articolo 2 ed il relativo allegato tecnico dell'Ordinanza 30 marzo 2001 "Misure sanitarie ed ambientali urgenti in materia di encefalopatie

[1] Alla data di pubblicazione della presente linea guida la normativa si è completata e si deve intendere autorizzati ai sensi del decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133 (GU 163, SO del 15 luglio 2005) di attuazione della direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento dei rifiuti.

spongiformi trasmissibili relative alla gestione, al recupero energetico ed all'incenerimento del materiale specifico a rischio e dei materiali ad alto e basso rischio", che prevede, per questi impianti, la procedura semplificata ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997 n 22 sarà superato dall'applicazione dell'emanando decreto legislativo di recepimento della Direttiva 2000/76/CE[2]. Tale norma disciplina l'incenerimento indiretto dei sottoprodotti di origine animale, ossia quello riguardante le farine di carne ed ossa provenienti dagli impianti di trasformazione.
L'incenerimento diretto dei materiali di categoria 1 e 2, ossia dei sottoprodotti tal quali provenienti dai macelli e laboratori di sezionamento, può essere effettuato in impianti autorizzati ai sensi del Reg. 1774/2002/CE e con le modalità di seguito descritte.
La trasformazione per i materiali di categoria 2, può essere inoltre trattamento preliminare per la destinazione in impianti oleochimici, in impianti di biogas o di compostaggio.
Anche i requisiti di questi impianti sono naturalmente fissati dal Regolamento 1774/2002, e dalle norme accessorie esposte a pag 13.
Per quanto riguarda l'eliminazione mediante incenerimento e coincenerimento distinguiamo gli impianti ai quali si applica la normativa ambientale[3], che possono accettare anche prodotti di origine animale, compresi i prodotti trasformati, e gli impianti che trattano unicamente corpi interi o parti di animale, riconosciuti ai sensi del Regolamento 1774/2002, fatta salva l'applicazione della normativa ambientale diversa dal decreto legislativo n. 22 del 1997. Nel caso di impianti che ricevono sia rifiuti che sottoprodotti non è necessaria la doppia autorizzazione essendo efficace unicamente quella rilasciata in base alla norma ambientale[3].
Ai sensi del citato Regolamento 1774/2002, la terminologia più corretta da utilizzare anziché "carcasse animali" è, in base all'articolo 2 comma 1 lettera a), "… corpi interi o parti di animali, ivi compresi gli ovuli, gli embrioni e lo sperma …".
Gli impianti che trattano esclusivamente i sottoprodotti di cat 1,2,3 identificati nel reg 1774/2002 sono espressamente esclusi dalla direttiva 2000/76/CE, in quanto già contemplati dal Regolamento n 1774/2002, norma di pari rango.
Tale Regolamento, all'articolo 12 commi 2 e 3, individua le condizioni generali e di funzionamento ed i requisiti ai quali detti impianti di incenerimento o coincenerimento devono conformarsi.

L'industria comunitaria di trasformazione dei sottoprodotti della macellazione

In Unione europea esistono oltre 400 impianti di fusione riconosciuti, che impiegano 17.000 lavoratori e raccolgono e trasformano circa 50.000 tonnellate di materie prime di origine animale al giorno.

---

[2] Alla data di pubblicazione della presente linea guida la normativa si è completata e si deve intendere che l'articolo 2 è superato dall'attuazione del decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133 (GU 163, SO del 15 luglio 2005) di attuazione della direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento dei rifiuti.

[3] Alla data di pubblicazione della presente linea guida la normativa si è completata e si deve intendere ai quali si applica il decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133 (GU 163, SO del 15 luglio 2005) di attuazione della direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento dei rifiuti.

Nel 1998 l'industria europea della fusione ha raccolto 16,1 milioni di tonnellate di sottoprodotti di origine animale e le ha trasformate in 3 milioni di tonnellate di farine animali di carne e di ossa e in 1,5 milioni di tonnellate di grassi destinati ad essere immessi nella catena alimentare animale (mangimi per animali di allevamento, per animali da compagnia e per animali da pelliccia) e utilizzati per vari prodotti tecnici (cosmetici o farmaceutici). Essa rappresenta per il settore agricolo europeo un reddito annuo di oltre 2,2 miliardi di euro. In particolare, 14,3 milioni di tonnellate dei suddetti sottoprodotti di origine animale provenivano da mattatoi e 1,8 milioni di tonnellate (pari a circa il 15% della quantità totale di sottoprodotti di origine animale) da animali morti e da altri materiali di scarto.

L'industria italiana di trasformazione dei sottoprodotti della macellazione

Esistono due tipi di impianti: integrati e indipendenti. Gli impianti integrati ai mattatoi normalmente ricevono solo materiale fresco, esente da deterioramento. Ciò semplifica il controllo delle condizioni di processo, che solitamente richiedono solo piccoli aggiustamenti. I grandi impianti indipendenti trasformano una varietà di materiali che richiedono l'adozione di diverse linee di fusione operanti in parallelo o l'uso di un'unica linea adattabile alle diverse condizioni di processo. In Italia la maggior parte degli impianti è indipendente.
In base alle rese alla macellazione dei bovini (60%) e dei suini (80%), i sottoprodotti di macellazione sono stimabili rispettivamente in 740.000 t e 353.000 t (anno 1998). Ogni anno in Italia i materiali animali freschi trasformati sono superiori alla somma dei due valori riportati; ciò in quanto l'industria di trasformazione riceve anche le "carcasse" dei capi malati di BSE, gli animali (di allevamento o da compagnia) deceduti per altre patologie e le sostanze grasse e oleose di diversa origine.

Impatto ambientale del settore macellazione

Consumi idrici

I consumi idrici nell'industria della macellazione derivano dall'acqua di processo e dall'acqua di raffreddamento. Se il circuito di refrigerazione è chiuso i consumi sono limitati all'acqua di processo. Il fabbisogno idrico (m^3/t di carcassa) dei mattatoi è:

Tipo di animale macellato	Dati World Bank Group, 1998	Dati BRef Europeo
bovini	2,5-40	2 - 9
suini	1,5-10	1,6 - 8,3
ovini		5,5 - 8,3
Pollame (*)	6-30 (*)	5 – 16 (*)

(*) Dati medi europei e mondiali; in Italia viene utilizzato esclusivamente il sistema di raffreddamento ad aria del pollame, di conseguenza i consumi idrici sono più bassi rispetto al resto d'Europa

Consumi energetici

I consumi energetici sono distinti in:

- consumi di energia elettrica dovuti a utilizzazioni di processo, refrigerazione e illuminazione;
- consumi di combustibile in caldaia per la generazione di vapore per la sterilizzazione, di acqua calda, ecc.

Il consumo energetico totale è valutabile in circa 300 - 400 kWh/t carcassa, dei quali 1/3 in energia elettrica e i 2/3 in energia termica. Non vengono considerati i consumi relativi alla produzione e allo stoccaggio dei corpi interi o parti di animale surgelati.

Emissioni in atmosfera

Le emissioni sono distinte in:

- fuggitive e
- puntiformi

Le emissioni fuggitive (o diffuse) sono le polveri dagli stoccaggi, la volatilizzazione di vapori da vasche e da recipienti aperti, i rovesciamenti e manipolazione dei liquidi. Le emissioni che sfuggono da prese d'aria, da porte aperte degli edifici, dai pozzi e le perdite da valvole e raccordi sono altri esempi di emissioni fuggitive.
Le emissioni puntiformi sono scaricate attraverso sfiati, camini e scarichi.

Emissioni fuggitive

Nel caso dell'industria della macellazione le emissioni fuggitive sono costituite principalmente da: ammoniaca, cloro, acidi inorganici, metano, anidride carbonica, polveri e sostanze odorigene.

<u>Ammoniaca</u> – Un potenziale contributore alle emissioni fuggitive è l'ammoniaca usata come refrigerante in applicazioni industriali e commerciali. Le emissioni sono stimabili dal quantitativo di ammoniaca necessario per rabboccare il sistema di refrigerazione, naturalmente bisogna comprendere rovesciamenti e perdite accidentali.

<u>Cloro -</u> Se è sottoposto a reazione o mescolato con acqua o altre sostanze, tale elemento non causa emissioni (possono intervenire rovesciamenti e perdite accidentali).

<u>Acido cloridrico, acido nitrico, acido fosforico, acido solforico</u> - Tali acidi inorganici se sottoposti a reazione o mescolati con acqua o altre sostanze, non causano emissioni (possono intervenire rovesciamenti e perdite accidentali).

Anidride carbonica - Nel caso di stordimento con anidride carbonica, si può avere eliminazione del gas residuo al termine dell'operazione di macellazione (il gas di per sé non si libera dalla zona di stordimento avendo una densità superiore a quella dell'aria). Il consumo di CO_2 per lo stordimento (che non è da considerarsi emissione gassosa) è valutabile in circa 2 kg/t di carcassa.

Volatilizzazione di CH_4, NH_3, N_2O dalle superfici aperte della sezione depurazione acque reflue nel caso di trattamento anaerobico (tab. 6).

Parametro	u.m.	Media	Range
CH_4	g/capo bovino	4.200	3.500-4.800
	g/capo pollame	120	-
	g/kg carne	37	15-74
NH_3	g/capo bovino	46	37-54
	g/capo pollame	0,046	-
	g/kg carne	0,14	0,027-0,24
N_2O	g/capo pollame	1,8	-
	g/kg carne	1,1	-

Tab. 6 La volatilizzazione di CH_4, NH_3, N_2O dalle lagune aperte di trattamento delle acque di scarico nel caso di trattamento anaerobico (Eklund & LaCosse, 1998).

Odore
Durante le fasi di scarico e di ricovero le emissioni di odore sono provocate dalla presenza degli animali e delle deiezioni. Le molecole responsabili degli odori sono veicolate attraverso le particelle solide disperse in aria (polveri). Ulteriori sorgenti di odore sono le fasi del processo di macellazione quali lo stoccaggio e la movimentazione dei sottoprodotti animali, la depilazione e la spennatura nel caso dei volatili.

Polveri
Tutte le operazioni del processo di macellazione avvengono all'interno di ambienti chiusi sottoposti a ventilazione, ad esclusione delle fasi di scarico e ricovero degli animali. Le emissioni di polveri possono derivare dalla movimentazione del bestiame e dei volatili.

Emissioni puntiformi

Nel caso dei mattatoi le emissioni puntiformi sono i fumi derivanti dall'uso di combustibili in impianti termici per la generazione di acqua calda, in impianti termoelettrici per la cogenerazione di vapore e di energia elettrica, in impianti di coincenerimento (rari) per la termodistruzione dei materiali animali.

I camini dell'impianto di aerazione possono immettere nell'ambiente odori derivanti dalle fasi di processo.

Emissioni in acqua

L'industria della macellazione genera notevoli quantità di reflui. Le acque reflue di un mattatoio contengono sangue, deiezioni, urina, pellame, grasso, ossa, e penne nel caso della macellazione di pollame. I valori di BOD sono intorno a 10-20 kg/t di animali macellati. I solidi sospesi possono superare i 5-10 kg/t in base alla tipologia di pulizia dei mezzi di trasporto e dei locali di stabulazione adottati e della quantità di sangue raccolto.
Il volume dei reflui è inferiore alla quantità di acqua prelevata mediamente di un 10-15%.
L'industria di macellazione produce acque con elevati contenuti di azoto totale, di fosforo totale e soprattutto di ammoniaca (l'ammoniaca totale è la somma di ammoniaca NH_3 e ammonio NH_4^-).
I reflui contengono notevoli carichi organico e azotato oltre ad avere temperature elevate. Inoltre possono essere contaminati da agenti patogeni ed altri agenti di zoonosi, uova di parassiti e cisti amebiche. Residui di principi attivi derivanti dalle cure veterinarie o dai mangimi del bestiame possono essere rinvenibili nei liquidi di scarico.
Le deiezioni raccolte dagli automezzi di trasporto e dalle aree di sosta del bestiame vanno alla sezione trattamento acque.
Le emissioni in acqua possono essere ulteriormente classificate in perdite fuggitive ed emissioni di processo.

Perdite fuggitive

- Acque meteoriche contaminate
- Perdite dalle vasche di stoccaggio
- Perdite dalle condutture
- Versamenti
- Perdite da flange, pompe, valvole, guarnizioni

Emissioni di processo

- Lavaggio dei mezzi di trasporto animale
- Pulizia dei locali di produzione
- Lavaggio zona di ricovero animali
- Pulizia dei rifiuti e delle aree di stoccaggio
- Acque di processo

Emissioni nel suolo

Le emissioni di sostanze al suolo derivano da superfici di raccolta di liquidi, fanghi e sedimenti, da rovesciamenti e perdite accidentali durante le operazioni di stoccaggio e trasporto.
Per i macelli bovini lo stallatico derivante dalle zone di stabulazione temporanea può essere utilizzato sui terreni ai sensi dell'articolo 22 del Regolamento 1774/2002, od avviato ad impianti di compostaggio o biogas riconosciuti ai sensi del Regolamento 1774/2002 o ai sensi della normativa ambientale.

Rifiuti

Gli stabilimenti di macellazione e di trasformazione dei sottoprodotti producono solitamente fanghi di depurazione destinati all'utilizzazione in agricoltura ai sensi del D.lgs 99/92, alla produzione di biogas, o al compostaggio. Al fine di poter utilizzare al suolo i fanghi di depurazione in conformità a tale normativa è necessario, però, che lo stabilimento di macellazione/trasformazione dei sottoprodotti, disponga di un sistema di pretrattamento così come definito all'allegato II del reg.1774/2002. I prodotti ottenuti e monte del sistema di pretrattamento vanno classificati rispettivamente come materiali di categoria 1 o 2 a seconda della tipologia degli animali macellati o dei prodotti trasformati e sono destinati alla distruzione con le modalità identificate nel regolamento stesso. I materiali a valle del sistema di pretrattamento sono da considerarsi come fanghi di depurazione conformi alle vigenti norme ambientali.

Destinazioni finali

In base alle rese alla macellazione di bovini (vacche da latte 50-60%, vitelli a carne bianca e vitelloni da carne 60%) e suini (80%) è stimabile l'ammontare annuo dei sottoprodotti derivanti dalla macellazione in Italia: 740.000 t e 353.000 t, rispettivamente da bovini e suini (anno 1998).
I sottoprodotti di un mattatoio classificabili come sottoprodotti di categoria 1, ai sensi del reg.1774/2002, sono inviati alla distruzione (incenerimento degli animali malati o inadatti alla macellazione dei tessuti patologici e dei materiali a rischio specifico per la BSE) preceduta da pretrattamento (colatura del grasso e produzione di farina proteica). I sottoprodotti di categoria 3 ai sensi del reg.1774/2002 (ad esempio ossa, grassi di lavorazione, pelli, ecc.) sono recuperati e utilizzati come materia prima per la produzione di gelatine tecniche, alimentari, grasso per l'industria oleochimica e mangimistica.

Impatto ambientale del settore eliminazione di corpi interi o parti di animale e residui animali

Consumi idrici

I consumi idrici sono imputabili al reintegro dell'acqua di caldaia (5-10%) e ai lavaggi dei piazzali di stoccaggio, dei cassoni di trasporto e delle aree di produzione.

Consumi energetici

I consumi energetici sono distinti in:
- consumi di energia elettrica dovuti a utilizzazioni di processo, refrigerazione e illuminazione;
- consumi di combustibile in caldaia per la generazione di vapore.

Emissioni in atmosfera

Le emissioni sono distinte in:
- fuggitive
- puntiformi.

Le emissioni fuggitive (o diffuse) sono le polveri dagli stoccaggi, la volatilizzazione di vapori da vasche e da recipienti aperti, i rovesciamenti e manipolazione dei liquidi. Le emissioni che sfuggono da prese d'aria, da porte aperte degli edifici, dai pozzi e le perdite da valvole e raccordi sono altri esempi di emissioni fuggitive.
Le emissioni puntiformi sono scaricate attraverso sfiati, camini e scarichi.

Emissioni fuggitive

Nel caso dell'industria di trasformazione dei residui animali le emissioni fuggitive sono: COV, odore e polveri.

<u>COV</u>
I composti organici volatili sono i principali inquinanti emessi dagli impianti di trasformazione dei residui animali. Principalmente sono costituiti da particolato, ammoniaca, acido solfidrico, aldeidi da C-4 a C-7, trimetilammine, ammine C-4, chinolina, pirazine, acidi organici da C-3 a C-4. Possono essere presenti altri composti in quantitativi inferiori: alcoli da C-4 a C-7, chetoni, composti alifatici e aromatici. Tra le sostanze elencate la chinolina è considerata l'inquinante atmosferico di maggiore pericolosità.
Le principali fonti di COV sono i forni, i condensatori, le presse, le centrifughe, i setacci, gli essiccatoi ed i processi che trasformano sangue e penne in farine proteiche. Anche i residui animali freschi possono generare i COV nel caso non siano conservati adeguatamente e prontamente trasformati.

<u>Odore</u>
Le soglie di avvertimento per molti COV sono basse, qualcuna inferiore a 1 ppb (una parte per bilione), pertanto le emissioni di COV sono responsabili di odori molesti. Sistemi per la riduzione delle emissioni odorose devono essere adottati se l'impianto sorge vicino ad un abitato.

<u>Polveri</u>
La produzione di farine proteiche a partire da sangue, ossa, penne, peli e ciccioli è fonte di dispersione di polveri nell'ambiente. Le operazioni di essiccazione, di macinazione e i successivi movimentazione e stoccaggio delle farine proteiche, sono i processi maggiormente responsabili dell'emissione di polveri.

Emissioni puntiformi

Odori e COV

I COV insieme agli odori sfuggono durante le fasi di apertura dei boccaporti per lo scarico dei forni discontinui. Il vapore dell'acqua fisiologica dei residui animali, derivante dal forno di fusione, va prima ad un ciclone che separa i solidi sospesi e li riporta al forno, successivamente passa al condensatore dove si liberano i gas non condensabili.
Storicamente i COV sono ritenuti responsabili di odori, in conseguenza l'attenzione dei ricercatori fu posta nel limitare le emissioni odorose in atmosfera. Nelle prove sperimentali si misurava l'odore e si tralasciavano i tassi di emissione delle singole sostanze effluenti. In base ad alcune prove relative alle emissioni degli essiccatoi degli impianti di farine proteiche di sangue, sono proposti i fattori di emissione (tab. 2) per il particolato (PM), per l'acido solfidrico (H_2S) e per l'ammoniaca (NH_3).

Inquinante	Fattore di emissione (kg/t*)
PM-10 filtrabile	0,344
PM condensabile	0,208
H_2S	0,036
NH_3	0,272

* tonnellata di farina proteica di sangue essiccata
Fattori di emissione per il controllo dell'inquinamento prodotto dagli essiccatoi usati per la produzione delle farine proteiche di sangue (fonte EPA, 1995).

I camini dell'impianto di ventilazione immettono nell'ambiente esterno odori derivanti dalle fasi di processo.

Polveri

Gli impianti che trasformano il sangue, le penne o il pelo in farine proteiche possono generare polveri in quanto durante l'essiccazione la corrente di aria secca prende in carico le particelle macinate. I normali dispositivi (cicloni e *scrubber*) sono sufficienti per abbattere il particolato prodotto.

Fumi di combustione

Gli impianti di trasformazione dei residui animali bruciano combustibili tradizionali in impianti termici (olio combustibile BTZ o gas naturale) per la generazione di acqua calda e vapore, le emissioni derivanti sono quelle tipiche dei processi di combustione.
La combustione di materiali animali contenenti composti azotati, fosforo e cloro causa emissioni dei rispettivi inquinanti atmosferici.

Emissioni in acqua

Le acque reflue dell'industria di trasformazione dei residui animali hanno valori di BOD maggiori di 8.000 mg/l. I solidi sospesi possono superare gli 800 mg/l.
I reflui hanno notevole carico organico e azotato e possono presentare temperature superiori a quelle ambientali.
Il processo secco genera vapori che sono inviati tramite condutture in acciaio inossidabile al ciclone dove le particelle solide precipitano e sono reimmesse nel processo. Il vapore può andare al combustore termico o al condensatore. Nella seconda ipotesi è raffreddato per azione dell'acqua fredda circolante in un fascio tubiero. Il condensato ha un elevato contenuto di grasso e di altro materiale organico ed è mandato al trattamento di depurazione. Le acque reflue hanno un alto carico organico e azotato. Anche nel caso della eliminazione dei residui animali le emissioni in acqua si possono classificare in perdite fuggitive ed emissioni di processo.

Perdite fuggitive

- Acque meteoriche contaminate
- Perdite da stoccaggi, condutture, flange, pompe, valvole, guarnizioni
- Versamenti

Emissioni di processo

- Lavaggio dei mezzi di trasporto dei materiali freschi
- Pulizia dei locali di produzione e delle aree di stoccaggio

Gestione di acque e fanghi

Le acque reflue provenienti dagli impianti di trasformazione devono subire un processo di filtrazione secondo quanto indicato dal Regolamento n 808 (allegato II, nuovo capitolo IX):
1. Gli impianti di trasformazione di categoria 1, gli altri locali in cui vengono rimossi materiali specifici a rischio, i macelli e gli impianti di trasformazione di categoria 2 avranno un processo di pretrattamento per trattenere e raccogliere i materiali di origine animale come fase iniziale del trattamento delle acque reflue. L'attrezzatura utilizzata nel processo di pretrattamento consterà di sifoni intercettatori o vagli di scolo con aperture o maglie di non oltre 6 mm nell'estremità a valle del processo oppure di sistemi equivalenti che consentono il passaggio delle sole particelle solide presenti nelle acque reflue che non superino i 6 mm.

2. Le acque reflue dei locali di cui al paragrafo 1, devono subire il processo di pretrattamento in modo che tutte le acque reflue siano state filtrate attraverso il processo prima di essere scaricate dai locali. Non dovrà essere effettuata nessuna macinatura o macerazione che possa facilitare il passaggio di materiali di origine animale attraverso il processo di pretrattamento.
3. Tutti i materiali di origine animale trattenuti nel processo di pretrattamento effettuato nei locali di cui al paragrafo 1 saranno raccolti e trasportati, a seconda dei casi, come materiali di categoria 1 o di categoria 2 ed eliminati in conformità al citato regolamento n. 808.
4. Le acque reflue pretrattate nei locali di cui al paragrafo 1 e le acque reflue di locali che ricevono soltanto materiali di categoria 3 saranno trattate in conformità delle altre norme comunitarie pertinenti.
I materiali a valle del sistema di pretrattamento sono da considerarsi come fanghi di depurazione conformi alle vigenti norme ambientali.

D. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Macellazione

Macellazione di animali di grossa taglia

Le operazioni unitarie differiscono naturalmente dal tipo di animale. Le differenze maggiori riguardano la scuoiatura di bovini e ovini e la depilazione dei suini e le fasi di sezionamento. Il BREF si interessa della riduzione degli animali di grossa taglia in mezzene, lasciando al comparto "Alimenti, latte e bevande" la fase di sezionamento. Questo crea alcuni problemi soprattutto per i macelli suini che lavorano per la trasformazione industriale in prodotti tipici della salumeria italiana. Infatti, in questo caso le due fasi coesistono, anche se fisicamente e normativamente separate nella stessa unità produttiva e pertanto risulta molto difficile analizzare separatamente l'impatto ambientale e anche in fase di concessione AIA lo stesso stabilimento si troverebbe nella situazione di dovere fare riferimento a due distinti BRef.

Ricevimento e stabulazione

Dopo lo scarico gli automezzi che hanno trasportato gli animali debbono essere puliti, lavati e sanificati. Generalmente i macelli hanno un'area appositamente dedicata. Nel caso dei bovini possono essere utilizzate delle lettiere in paglia, che debbono essere allontanate dopo ogni scarico in conformità al Regolamento 1774/2002. L'acqua di lavaggio viene inviata all'impianto di depurazione dopo separazione meccanica a secco dei solidi (deiezioni e paglia) che possono essere inviate ad un idoneo trattamento o utilizzo (agricoltura, sulla base delle normative sanitarie di legge).
Gli animali sono stabulati per un certo numero di ore. Di norma le moderne tecniche di macellazione tendono a ridurre il più possibile la sosta degli animali prima della macellazione al fine di evitare fenomeni di stress conseguenti a fattori ambientali ed alla presenza di gruppi di diversa provenienza (stress conseguente alla formazione di un nuovo gruppo).

Macellazione

Gli animali raggiungono la zona di stordimento attraverso dei passaggi obbligati che li costringono ad allinearsi; in alcuni casi si provvede ad una docciatura per allontanare tracce di deiezioni e di sporcizia. Lo stordimento può avvenire mediante azione meccanica (pistola a proiettile percuotente o captivo o a massa metallica variabile), usato soprattutto per bovini o elettrico (applicazione di una pinza a elettrodi applicati sulla testa dell'animale con passaggio di corrente per alcuni secondi) o per soffocamento con anidride carbonica, applicati in particolare per i suini. Nei primi due casi ogni animale raggiunge una trappola o cassa di contenimento, viene stordito e poi dalla trappola viene fatto scivolare alla linea di lavorazione successiva; nel caso dello

stordimento con CO_2, gli animali raggiungono una vasca piena di gas attraverso un ascensore a 1 o più posti e vengono lasciati per il tempo necessario all'espletamento dell'effetto anestetizzante.
L'animale viene poi appeso per gli arti inferiori e iugulato o viceversa.

Dissanguamento

La norma europea che regolamenta il welfare degli animali (Dir 93/119), prevede che il dissanguamento avvenga nel più breve tempo possibile in maniera pressoché totale e deve essere completato prima che l'animale stordito riprenda conoscenza. Questo tempo varia in base al tipo di stordimento applicato. Il dissanguamento si attua incidendo almeno una delle arterie carotidee dell'animale. Il sangue si raccoglie sul fondo della zona di dissanguamento e deve essere allontanato in breve tempo per l'eventuale riutilizzo a fini alimentari o industriali in genere (macelli suini). Per un utilizzo destinato all'alimentazione umana si usano anche coltelli cavi collegati direttamente ad un serbatoio di raccolta (eventualmente in depressione per accelerare la raccolta); questo sistema consente di ottenere una migliore qualità del sangue, ma con una resa minore e con una quantità maggiore di sangue di scarto che raggiunge il sistema fognario e quindi con un carico inquinante specifico più alto. Il coltello deve essere lavato e sanificato dopo il dissanguamento di ogni animale.
Il sangue che cola sul fondo della linea di dissanguamento viene raccolto con una lama maschiatrice, o in vasche apposite con sistema di raccolta in serbatoio chiuso, e il piano viene poi lavato periodicamente con acqua. Il sangue non destinato agli usi citati viene raccolto in cisterne e destinato alla trasformazione in conformità al Regolamento 1774/2002/CE ovvero, in alcuni casi, raffreddato al di sotto dei 10°C per rallentare i fenomeni di alterazione. Durante le fasi di raccolta il sangue tende a coagulare. Lo sgocciolamento di sangue prosegue anche durante le fasi successive e questo sangue di norma viene dilavato in fognatura. E' evidente che quanto minore è il tempo dedicato alla prima fase di raccolta, tanto maggiore sarà il sangue che arriverà alla fognatura.
La quantità di sangue derivante dall'operazione di dissanguamento varia da specie a specie (3,3% del peso della carcassa per i suini, 6% per i bovini, 8% per gli ovini, 10% per gli equini)
Il sangue raccolto e allontanato per usi alimentari, industriali in genere o per il rendering non arriva al sistema di raccolta delle acque di processo e quindi riduce proporzionalmente il carico organico che dovrà essere poi abbattuto nel sistema di depurazione degli effluenti idrici. Un litro di sangue ha un COD variabile in base alla specie ma dell'ordine di 250-300 g (2,3-3 abitanti equivalenti).
Il sangue utilizzabile a scopi alimentari viene raffreddato e addizionato con acido citrico o citrato di sodio per prevenirne la coagulazione in conformità al DM 09 agosto 1983 (norma sanitaria concernente la produzione, il commercio e l'impiego delle proteine plasmatiche).

Preparazione alla scuoiatura (bovini e ovini)

Successivamente all'operazione di dissanguamento vengono effettuate alcune operazioni preliminari tra cui l'asportazione dell'estremità distale degli arti, la legatura del retto; l'incisione della pelle a livello delle estremità degli arti e della testa. Le

operazioni sono finalizzate ad agevolare l'azione della scuoiatrice meccanica, riducendo al massimo l'effetto traumatico della macchina sulle masse muscolari.

Scuoiatura (bovini e ovini)

La scuoiatura viene effettuata generalmente con sistema meccanico a strappo operante dall'alto verso il basso. Il sistema consente l'arrotolamento della pelle sul lato esterno al fine di evitare la contaminazione ambientale. L'azione traumatica della macchina può essere preceduta dalla stimolazione elettrica della carcassa, ottenendo così un aumento temporaneo del tono muscolare della carcassa e con esso un'azione di contrasto all'effetto traumatico della macchina scuoiatrice. Successivamente alla scuoiatura, la pelle viene allontanata per caduta in condotte dedicate o mediante sistemi di movimentazione (es. tunnel pneumatici).

Asportazione della testa

L'asportazione della testa, così come della corata e della coda viene fatta su pedane dedicate e mediante guidovie o contenitori in grado di assicurare il collegamento alla carcassa. Prima del distacco della testa deve essere assicurata la chiusura dell'esofago al fine di evitare imbrattamenti della carcassa con materiale intestinale.

Scottatura (suini)

L'operazione ha lo scopo di ammorbidire le setole per rendere più agevole la depilazione dei suini e si effettua per immersione, per passaggio in tunnel di docciatura con acqua calda a 55-65 °C o per passaggio in camera a vapore saturo; per un tempo sufficiente allo scopo, ma piuttosto breve per non compromettere la qualità della carne.

Depilazione (suini)

L'operazione ha lo scopo di perfezionare la depilazione del suino resa possibile dalla precedente scottatura e viene effettuata mediante l'azione meccanica di rulli rotanti che portano spazzole idonee ad asportare le setole senza danneggiare la cotenna.

Flambatura (suini)

Il suino depilato, viene inviato, in posizione verticale ad una macchina di finitura della depilazione mediante bruciatura dei peli rimasti attaccati alla cotenna. Gli animali passano attraverso una serie di bruciatori a iniezione di combustibile per alcuni secondi. In Italia il combustibile è gas metano, mentre in altri Paesi si usano altri gas o anche combustibili liquidi. Dopo la flambatura, il suino viene definitivamente lavato e spazzolato per l'asportazione dei residui dell'operazione.

Eviscerazione

Gli animali (scuoiati i bovini e gli ovini e depilati i suini) passano poi alla fase di eviscerazione. E' una fase molto delicata dal punto di vista igienico-sanitario e che, nel caso dei bovini, si è ulteriormente complicata in seguito alle norme introdotte per la

prevenzione della diffusione della BSE. L'operazione consiste nel taglio della parte ventrale dell'animale e nella successiva asportazione e allontanamento dalla linea principale degli organi respiratori, polmonari e digestivi mediante nastri trasportatori, carrelli, scivoli o tramogge, guidovie secondarie. Si deve cercare soprattutto di evitare qualsiasi diffusione di liquidi contenuti in organi a rischio (mammelle, utero, vescica, retto, cardias, piloro, stomaci ed intestino) Le fasi di successiva lavorazione e utilizzo di queste parti variano in base a normative igienico-sanitarie e a considerazioni di tipo commerciale.
La fase di eviscerazione viene effettuata su pedane apposite con personale che esegue l'incisione sulla linea alba. L'operazione viene effettuata con l'aiuto di appositi divaricatori per evitare la rottura dei prestomaci ed il conseguente imbrattamento della carcassa. Il pacco intestinale viene allontanato dall'area di macellazione mediante vagonetti e destinato alla tripperia. Le operazioni di eviscerazione, che comportano distacco di organi dell'animale dalla carcassa, devono essere effettuate assicurando il collegamento dell'organo alla carcassa di appartenenza. L'operazione è effettuata quasi esclusivamente ancora manualmente da operatori specializzati che utilizzano apposite apparecchiature di taglio (coltelli, seghe, ecc.) che debbono subire continui lavaggi e sanificazioni.

Taglio in mezzene (bovini e ovini)

Solo dopo la visita ispettiva, la carcassa viene tagliata con una sega elettrica in due lungo la colonna vertebrale. Nel caso di "bovini" e "ovini adulti" deve essere eliminato completamente il midollo spinale (prevenzione BSE) e per i bovini di età superiore ai 12 mesi anche la colonna. Le "carcasse" vengono pulite da frammenti e coaguli di sangue e avviate alle successive bollatura, pesatura e classificazione, operazioni che non rientrano nell'ambito di interesse di questa linea guida.

Sezionamento (suini)

Come accennato in precedenza, per le carni suine destinate alla produzione di salumi tipici italiani si procede allo "smontaggio a caldo" delle mezzene, cioè ad una immediata mezzenatura ed immediato sezionamento (in una struttura fisicamente separata) in pezzi più piccoli da inviare direttamente all'industria di trasformazione. Questa operazione, considerata come propria dell'industria alimentare, non rientra nell'ambito di interesse di questa linea guida.

Raffreddamento rapido e congelamento.

Le "carcasse" sono raffreddate rapidamente per ridurre lo sviluppo microbico a temperature inferiori ai 7°C e inviate poi o a sale di mantenimento a freddo (limitatamente ai suini destinati alla produzione di prodotti tipici di salumeria) o al tunnel di congelamento o alle successive celle frigorifere per le carni destinate alle spedizioni a distanza o allo stoccaggio prolungato.

Macellazione di pollame

Ricevimento

Il pollame da macellare arriva allo stabilimento in gabbie contenenti un certo numero di volatili in base al peso e alla specie e viene fatto sostare in aree appositamente dedicate. Dopo lo scarico le gabbie e i rimorchi che hanno trasportato gli animali debbono essere puliti e lavati. I macelli hanno un'area appositamente dedicata. L'acqua di lavaggio viene inviata all'impianto di depurazione.
Successivamente gli animali sono tolti dalle gabbie ed appesi alla linea di macellazione, che li avvia allo stordimento.

Macellazione (stordimento e dissanguamento)

Lo stordimento viene eseguito per mezzo di un bagno d'acqua che è costituito da un elettrodo ed una barra che viene in contatto con le zampe e costituisce il secondo elettrodo; lo stordimento, provocato dal passaggio della corrente, avviene non appena la testa viene in contatto con l'acqua. Dopo lo stordimento l'animale viene ucciso per dissanguamento, provocato dal taglio della vena giugulare per mezzo di una lama rotante (o manualmente).

Scottatura e Spennatura

Dopo il dissanguamento, che dura qualche minuto, gli animali vengono immersi in vasche di scottatura, per facilitare la pulizia ed estrazione delle penne in funzione della successiva spennatura. Questa viene eseguita da apposite macchine costituite da dischi rotanti che sono muniti di dita di gomma.

Eviscerazione

Successivamente gli animali passano dalla zona sporca alla zona pulita e sono ispezionati esternamente dai veterinari, prima della rimozione della testa e delle zampe (se eseguita).
Dopo tale operazione gli animali vengono eviscerati, per mezzo di apposite macchine, che aprono la cloaca ed estroflettono il pacchetto intestinale, in modo da permettere la visita sanitaria post mortem; l'eviscerazione è solo parziale nel caso dei volatili "testa-zampe", mentre è completa nel caso dei volatili completamente eviscerati senza le frattaglie. In quest'ultimo caso le frattaglie edibili vengono raccolte in apposite casse ed avviate al raffreddamento, dopo il quale sono confezionate e stoccate in cella, in attesa della spedizione.

Raffreddamento

Dopo l'eviscerazione i corpi interi o le parti di animale sono raffreddati rapidamente per ridurre lo sviluppo microbico in tunnel ad aria fredda e poi trasferite nelle celle frigorifere.
Il processo si conclude con lo stoccaggio in celle a temperatura inferiore a +4°C, in attesa della successiva spedizione.

Impianti di trasformazione dei sottoprodotti di macellazione

In base alla categoria di materiale accettato, di categoria 1, 2 o 3, ai sensi del Regolamento 1774/2002 esistono tre tipi di impianti di trasformazione.
Il riconoscimento di detti impianti deve soddisfare i requisiti di cui all'articolo 13 per gli impianti di categoria 1 e 2, dell'articolo 17 per gli impianti di categoria 3.

Processi di fusione dei sottoprodotti (colatura dei grassi animali)

Gli impianti di fusione elaborano i materiali animali di sottoprodotto (grasso, sangue, penne e piume, interiora, teste, zoccoli e intere "carcasse") e li riducono in sego, grassi e farine proteiche. Essi operano integrati agli impianti di macellazione oppure sono indipendenti ricevendo i materiali freschi da vari fornitori esterni (macellerie, supermercati, ristoranti, catene di *fast-food*, mattatoi, fattorie, allevamenti e rifugi per animali). In tab. 1 è riportata la composizione dei diversi materiali animali.

Materiale fresco	**Sego e grasso %**	**Solidi proteici %**	**Umidità %**
Industria alimentare (frattaglie e ossa)			
manzi	30-35	15-20	45-55
vacche	10-20	20-30	50-70
vitelli	10-15	15-20	65-75
suini	25-30	10-15	55-65
ovini	25-30	20-25	45-55
Bestiame morto (animali interi)			
bovini adulti	12	25	63
vitelli	10	22	68
suini	30	28	42
ovini	22	25	53
Macellerie (grasso e ossa)	31	32	37
Sangue	-	16-18	82-84
Ristoranti (grasso)	65	10	25
Macellazione pollame (rigagli)	10	25	65
Macellazione pollame (penne e piume)	-	33	67

Composizione dei diversi materiali animali destinati all'industria di colatura (Prokop, 1992).

Prima di essere trasformati i materiali freschi sono sottoposti al vaglio di un magnete che estrae eventuali frammenti metallici (pezzi di catene, ferri di cavallo, ecc.).

Esistono due tipi di processo: umido e secco, il secondo è quello attualmente più diffuso.

Processo umido

Il processo umido è il più economico dal punto di vista energetico. Il materiale fresco triturato è riscaldato nel bagno dell'acqua fisiologica alla temperatura di fusione del grasso animale (70-80 °C). Il materiale cotto esce dal forno e passa alla pressatura che separa le proteine (fase solida) da grasso e acqua. Le proteine umide sono inviate all'essiccatore che produce la farina animale pronta allo stoccaggio. L'emulsione di grasso e acqua entra in *decanter* che separa i solidi fini sospesi (farinetto) e li manda all'essiccatore. L'emulsione prosegue in un separatore centrifugo verticale che divide il grasso, pronto per lo stoccaggio, dall'acqua fisiologica. Il grasso ha il pregio del colore chiaro, quasi bianco; mentre il colore del grasso derivante dal processo secco è più scuro a causa delle temperature superiori di fusione (150 °C). L'acqua fisiologica uscente dal separatore ha elevatissima BOD (40-50.000 mg/l dalla colatura dei sottoprodotti di mattatoio, 80-100.000 mg/l dalla trasformazione del sangue). Se si vuole massimizzare la produzione di farina proteica si utilizza un concentratore a stadi che produce un liquido contenente il 30-35% di solidi proteici che viene poi essiccato a farina animale; altrimenti le acque reflue sono depurate tal quali dal trattamento biologico.
Il trattamento di inattivazione (96/449/CE) è effettuato nel forno di fusione o a valle dell'essiccatore, nel qual caso i grassi non risultano sterilizzati.

Processo secco discontinuo

Il processo secco deidrata il materiale fresco in un forno essiccatore (140-150 °C) mediante un processo continuo o discontinuo (a stadi). Il materiale fresco triturato viene preriscaldato e subisce il processo di inattivazione (96/449/CE). Successivamente passa al forno essiccatore dove cuoce in un bagno di grasso fuso, in depressione. Il vapore è confinato in un'intercapedine esterna al forno essiccatore o in fasci tubieri interni. La massa deidratata ha una composizione di circa 2% acqua, 49% grasso e 49% solidi. Successivamente il grasso fuso è separato dalle proteine. L'evaporazione separa con maggiore efficienza l'acqua fisiologica dalle proteine, così le acque effluenti dal condensatore hanno BOD inferiore a quella dei reflui liquidi del processo umido.

Nel processo secco discontinuo gli stadi corrispondono al ciclo di cottura: caricamento dei forni, cottura e scaricamento dei forni. Un tipico forno a stadi è dotato di agitatore e di intercapedine esterna dove circola il vapore surriscaldato. La cottura dura circa 1,2-2,5 ore a 150°C, tempi e temperature dipendono dal tipo di materiale. Le emissioni di vapore derivanti dall'evaporazione dell'acqua fisiologica provocata all'interno del forno essiccatore vanno prima ad un ciclone che separa i solidi sospesi e li riporta al forno, successivamente passano al condensatore dove si liberano i gas non condensabili. Durante la cottura un percolatore trattiene i solidi proteici mentre i grassi defluiscono in una vasca sottostante. I solidi separati contengono ancora un 25% di grassi, pertanto sono avviati ad una pressa. La torchiatura completa la separazione dei grassi dai solidi; questi ultimi, detti ciccioli, contenenti circa il 10% di grassi sono macinati per produrre le farine proteiche. I grassi uscenti dalla pressa sono pompati al serbatoio del grasso

grezzo, successivamente subiscono centrifugazione o filtrazione per rimuovere i residui proteici fini (farinetto).

Processo secco continuo

Il processo differisce dal precedente in quanto i forni a stadi funzionanti in parallelo sono sostituiti da un unico forno essiccatore dotato di doppio fascio tubiero rotante interno dove circola il vapore surriscaldato e di un meccanismo che movimenta orizzontalmente il materiale fresco. Il materiale scaricato dal forno essiccatore subisce gli stessi procedimenti del processo a stadi.

Trasformazione e essiccazione del sangue

Il sangue intero derivante dai mattatoi, contenente il 16-18% di solidi proteici, è trasformato ed essiccato per produrre farine proteiche preziose per l'alimentazione animale in quanto hanno un alto contenuto dell'aminoacido lisina. Attualmente le farine proteiche di mammiferi sono state eliminate dalla catena alimentare zootecnica. Il processo è continuo a secco: il sangue è introdotto nel forno dove coagula. Il coagulato è separato dalla parte liquida sierosa attraverso centrifugazione, successivamente il coagulato è essiccato e macinato finemente.

Trasformazione delle penne del pollame e del pelo suino

Il materiale fresco è caricato nei forni e segue un processo secco a stadi. La cottura dura 30-45 minuti a 140-150°C in pressione. Il processo di idrolisi converte la cheratina degli annessi cutanei in aminoacidi. Mediante macinazione ed essiccazione si ottiene la farina proteica che poi viene stoccata.

Recupero di oli e grassi alimentari

Il grasso delle cucine dei ristoranti è recuperato e destinato all'uso industriale. Il grasso liquefatto è prima setacciato per rimuovere i solidi grossolani, poi è scaldato a circa 93°C. I liquido risultante è lasciato riposare per 36-48 ore in vasche di decantazione dove si creano quattro fasi: solida, acquosa, emulsionata e grassa. I solidi sedimentano in basso, l'emulsione è centrifugata per separare l'acqua e i solidi fini. Il grasso è scremato dalla superficie.

Incenerimento

La prassi italiana comporta che le strutture di macellazione conferiscono i sottoprodotti di categoria 1 (spesso anche di categoria 2) ad impianti di trasformazione dedicati che producono farine di carne ed ossa e grassi fusi destinati al co-incenerimento in conformità all'Ordinanza Ministeriale 30/03/2001 recante "Misure sanitarie ed ambientali urgenti in materia di encefalopatie spongiformi trasmissibili relative alla gestione, al recupero energetico ed all'incenerimento del materiale specifico a rischio e

dei materiali ad alto e basso rischio" sino all'applicazione dell'emanando decreto legislativo di recepimento della Direttiva 2000/76/CE[4].

In Italia, così come in altri paesi europei, le strutture più adeguate per la combustione di queste farine sono rappresentate dai cementifici. A seguito di sperimentazioni già condotte, gli impianti di incenerimento dei rifiuti solidi urbani si sono mostrati non adeguati, in quanto strutturati per materiali a potere calorifico inferiore a quello delle farine di carne ed ossa.

Gli obblighi di distruzione dei materiali di categoria 1 e 2 previsti dal reg 1774/2002 e dalle disposizioni correlate in materia di profilassi della BSE (reg 999/2001/CE), hanno indotto alcune strutture di macellazione (quelle di grande dimensioni) a dotarsi di impianti di termodistruzione diretta dei corpi interi o parti di animale all'interno dello stabilimento.

Gli impianti più recenti sono basati sulla tipologia dell'inceneritore rotativo e sono preceduti da sistemi di triturazione primaria e secondaria dei sottoprodotti e di accumulo temporaneo in celle di carico connesse alla camera di combustione. Gli impianti dispongono, inoltre, di sistemi di raccolta e distruzione delle acque di lavaggio e di abbattimento degli odori, nonché di impianti di trattamento fumi.

Altri sistemi alternativi per l'incenerimento diretto sono rappresentati dalla tecnologia a letto fluido e dalla pirolisi o gassificazione.

I corpi interi o le parti di animale avviate all'incenerimento possono avere caratteristiche estremamente diversificate con contenuti di umidità fino al 70% ed un contenuto di solidi non combustibili fino al 5%. Il potere calorifico può anch'esso variare da valori di 5800 kJ/kg sino a 10000 kJ/kg.

Al fine di garantire la completa combustione del materiale, debbono essere controllati i diversi parametri operativi del processo. In particolare il tempo di residenza nella zona di combustione deve essere sufficientemente elevato, l'ingresso di aria di combustione deve essere assicurato nelle diverse zone del forno e la temperatura minima di 850 °C deve essere assicurata per almeno 2 secondi.

La minimizzazione dell'aria di combustione primaria riduce la produzione di NO_x e la velocità del gas con riduzione del particolato trascinato.

<u>Inceneritori a tamburo rotante</u>
Sono costituiti da un tamburo inclinato rivestito internamente di refrattario e sottoposto ad una lenta rotazione intorno all'asse. La rotazione assicura il movimento e l'omogeneizzazione del materiale da incenerire. Il tempo di residenza può essere variato agendo sulla velocità di rotazione del forno. Le temperature operative conseguibili sono molto elevate. Particolare attenzione deve essere dedicata alla tenuta del forno al fine di

[4] Alla data di pubblicazione della presente linea guida la normativa si è completata e si deve intendere all'attuazione del decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133 (GU 163, SO del 15 luglio 2005) di attuazione della direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento dei rifiuti.

non consentire perdite di gas o di materiale incombusto. Il movimento all'interno del forno può incrementare la produzione di particolato.

Inceneritori a letto fluido
Si tratta di inceneritori a letto fluido, nei quali il materiale è mantenuto in sospensione per mezzo dell'aria di combustione o di un altro gas. Il processo viene realizzato in un singolo stadio con la possibilità dell'abbinamento di una camera di post-combustione. L'agitazione del materiale da incenerire, assicurato dal movimento del letto fluido, favorisce la velocità e la completezza della combustione

Oltre alla fase di incenerimento vera e propria, sono presenti alcune sezioni comuni a tutte le tipologie di inceneritori e che vengono ora brevemente descritte.

Consegna, stoccaggio e movimentazione delle "carcasse".
Occorre realizzare tali operazioni in ambienti chiusi e riducendo i rischi di dispersioni nell'ambiente.

Carica dell'inceneritore
È possibile suddividere gli impianti in due grandi tipologie. Per gli impianti che lavorano in discontinuo, il carico viene effettuato anch'esso in modalità discontinua. Occorre evitare per quanto possibile l'ingresso di aria fredda durante tale fase utilizzando sistemi con chiusure a tenuta. Gli inceneritori che operano in continuo vengono normalmente alimentati attraverso sistemi chiusi, con un più agevole controllo dell'ingresso indesiderato di aria ambiente.

Movimentazione e stoccaggio delle ceneri.
La presenza di sistemi di movimentazione chiusi, evitando l'utilizzo di aria compressa o di sistemi di raschiatura meccanica, riducono fortemente le emissioni nell'ambiente di polveri

Incenerimento di farine animali

Le caratteristiche delle farine inviate all'incenerimento possono essere diversificate in funzione della materia prima e delle lavorazioni subite. Il tenore di umidità, di grassi, di ceneri ecc.. costituiscono le caratteristiche più importanti ai fini della gestione del processo di incenerimento.
L'incenerimento dedicato delle farine può essere realizzato in forni rotativi o prevalentemente in inceneritori a letto fluidizzato. Tali tecnologie sono infatti compatibili con la granulometria ridotta ed uniforme delle farine.
Si può anche attuare l'incenerimento nei forni di cementificio, dove le farine assolvono le funzioni di combustibile visto il loro elevato potere calorifico.
I parametri operativi da controllare sono i tempi di residenza, le temperature e l'eccesso di aria nelle diverse zone di combustione, al fine di assicurare le condizioni prescritte.

Consegna, stoccaggio e movimentazione delle farine
Durante le fasi di consegna, stoccaggio e movimentazione occorre evitare la dispersione nell'ambiente di polveri. In linea di principio la realizzazione di tali operazioni in apparecchiature ed aree confinate consente di ridurre il problema. Un altro potenziale

problema è dato dall'impaccamento al quale sono soggette le farine stoccate per lunghi periodi e che andrebbe evitato riducendo i tempi medi di stoccaggio.

Movimentazione e stoccaggio delle ceneri per incenerimento di farine
Le problematiche sono analoghe a quelle viste per l'incenerimento di corpi interi o di parti di animale e lo sforzo impiantistico e gestionale è volto essenzialmente alla riduzione delle emissioni di polveri nell'ambiente.

Gassificazione di farine animali
Per quanto riguarda l'incenerimento di farine animali, un'opzione che può essere adottata è quella di far precedere l'incenerimento vero e proprio da una fase di gassificazione delle farine stesse, condotta in una zona di combustione in difetto di aria. Il gas così prodotto, dotato di un discreto potere calorifico, può essere utilizzato come combustibile in un reattore di ossidazione od in una caldaia. Preventivamente deve essere però raffreddato dalla temperatura di lavoro della fase di gassificazione sino a circa 500 – 550 °C.

Compostaggio e produzione di Biogas

Rappresentano un'importante novità per il collocamento di alcune tipologie di sottoprodotti derivanti dai processi di macellazione e lavorazione carni.

I nuovi standard fissati dal regolamento 1774/2002/CE rappresentano una soluzione alternativa al processo di rendering. Ci si riferisce in particolare ad alcuni sottoprodotti della macellazione suina ed avicola di categoria 3, quali ad esempio, setole, penne e derivati della lavorazione del sangue, nonché ad alcune categorie di resi commerciali classificabili in categoria 3. Data la novità tecnologica che rappresenta, almeno in l'Italia, il recupero di queste tipologie di sottoprodotti mediante i processi di biogas o compostaggio, alcune Regioni, tra cui la Regione Emilia Romagna, stanno elaborando linee guida applicative specifiche per questi processi. Trattasi di documenti tecnici che dovranno aiutare l'autorità sanitaria preposta al rilascio del riconoscimento a valutare l'adeguatezza degli impianti al dettato normativo.

Produzione di biogas

Nel caso di produzione di biogas, sottoprodotti animali e materiali assimilabili al contenuto del tratto intestinale possono essere sottoposti a digestione anaerobica con elevata resa di biogas. È possibile utilizzare pompe ed agitatori in analogia alle operazioni di digestione anaerobica condotte su fanghi di depurazione o su reflui liquidi di allevamento. Il processo richiede, per una corretta gestione, il trattamento contemporaneo dei sottoprodotti animali e di una aliquota di altri materiali al fine di ridurre il contenuto di azoto in ingresso.
Durante le fasi di carico e scarico possono verificarsi fenomeni di diffusione di odori molesti, la cui entità può essere ridotta con l'utilizzo di apparecchiature isolate dall'ambiente esterno.

Il biogas prodotto è composto principalmente da CH_4 e CO_2. Una composizione tipica è dell'ordine del 65% per il CH_4 e del 35% per la CO_2. L'utilizzo a maggiore efficienza energetica è quella con impianti turbogas con produzione combinata di calore ed energia elettrica. Tale tecnologia ha dei limiti di applicazione in quanto praticabile per portate di biogas prodotto elevate e con caratteristiche poco variabili nel tempo.

I problemi del processo di digestione anaerobica sono legati principalmente all'estrema corrosività del gas prodotto ed all'eterogeneità dell'alimentazione, con rischi di danneggiamento delle apparecchiature. Tali caratteristiche di corrosività sono dannose anche nella fase di utilizzo del biogas per cui può essere necessario un preventivo trattamento di addolcimento del gas al fine di ridurne l'aggressività, incrementando la vita delle apparecchiature coinvolte.

In caso di indisponibilità degli impianti di utilizzo del biogas, potrebbe essere inoltre necessario disporre di una torcia al fine di evitare il rilascio del gas in atmosfera assicurandone la combustione.

Compostaggio

Analogamente a quanto riferito al paragrafo "Produzione di biogas", il nuovo contesto normativo rappresentato dal regolamento CE 1774/2002, , consente di sottoporre al processo di compostaggio i sottoprodotti della macellazione di categoria 3 e, tra i sottoprodotti di categoria 2, il contenuto dei prestomaci e lo stallatico, protrattati in impianti a digestione anaerobica o provenienti direttamente dagli stabilimenti di macellazione.

Il compostaggio consiste in un processo controllato di decomposizione e stabilizzazione biologica in condizioni prevalentemente aerobiche, con produzione di calore. Il risultato finale del processo è rappresentato da un prodotto sanitizzato e stabilizzato ad alto contenuto di sostanza organica e, come tale, applicabile nei terreni agricoli con benefici agronomici.

Condizione preliminare per l'utilizzo di tale tecnica è rappresentata dallo stato fisico delle materie prime utilizzate; esso deve essere di tipo solido/fangoso e comunque palabile. Il processo di compostaggio viene, infatti, realizzato in cumuli costituiti normalmente da biomasse umide e da materiale strutturante il cumulo, solitamente scarti vegetali ad alto contenuto ligneo-cellulosico. Questo ha la funzione di sostenere il cumulo e consentirne la permeabilità all'aria atmosferica o altri comburenti.

Il regolamento CE 2002/1774 pone specifiche condizioni ambientali e di processo in cui può essere effettuato il compostaggio dei sottoprodotti della macellazione. Analogamente alla digestione anaerobica, anche il processo di compostaggio può dar luogo ad emissioni odorigene sgradevoli.
La biofiltrazione delle fumane e la compartimentazione in ambienti chiusi (biocelle) delle reazioni di compostaggio rappresentano le più comuni tecniche per limitare le emissioni odorigene.

E. DESCRIZIONE DELLE ANALISI ELABORATE IN AMBITO COMUNITARIO PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE BAT, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO, OVE DISPONIBILI, ALLE CONCLUSIONI DEI BREF

Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per lo specifico settore

Il contenuto del BRef comunitario, come pure il tempo necessario alla sua redazione sono stati fortemente condizionati da alcune normative comunitarie emanate contemporaneamente e riguardanti gli aspetti più strettamente igienico-sanitari legati alla utilizzazione dei sottoprodotti di origine animale per uso alimentare e mangimistico, profondamente modificati e messi in discussione a seguito dell'esplosione del "caso BSE" fuori dal UK. Le esigenze di sicurezza del consumatore hanno precluso la scelta di tecniche possibili BAT imponendo scelte a maggior valenza di garanzia anche se ad esempio più energetico-esigenti.

Analogamente alcune possibili BAT tese a ridurre i consumi di acqua a favore di utilizzo di acque non di pregio o di ricircolo trovano limitazioni insormontabili alla applicabilità nelle norme veterinarie e sanitarie comunitarie e in alcuni casi (macelli produttori di carne suina destinata all'industria salumiera) extra-comunitaria (USA, Canada, Giappone).

Sono state tenute in considerazione anche le esigenze legate alle norme comunitarie in materia di *welfare* degli animali.

Le conclusioni del BRef comunitario a livello di TWG hanno raggiunto un buon grado di unanimità e non sono state presentate *split views*.

Una particolare attenzione è stata rivolta a minimizzare gli effetti indesiderati di carattere soprattutto olfattivo derivanti dalla facile deperibilità dei sottoprodotti e sono state privilegiate tecniche che prevedono, unicamente al fine di ridurre questi inconvenienti, uno stoccaggio molto breve e il trasporto a temperatura di refrigerazione di questi sottoprodotti, anche se ciò può comportare maggiori consumi energetici. Questo comporta una applicabilità di queste tecniche legate alle situazioni specifiche dei siti produttivi e delle interconnessioni fra il macello e lo stabilimento di lavorazione o il centro di smaltimento. Il TWG ha deciso di non includere nel BRef ipotesi relative a capacità di stoccaggio minime da utilizzare nel caso di fenomeni epidemici, in quanto non direttamente collegabili all'oggetto della Direttiva IPPC, anche se in fase di autorizzazione all'attivazione di nuovi stabilimenti potranno essere prese in considerazione anche queste esigenze.

Nel caso delle tecniche da considerare BAT, la Direttiva IPPC insiste particolarmente nel raccomandare agli Stati Membri sia di prendere in considerazione il rapporto costi/benefici e quindi la sostenibilità economica, sia di utilizzare, ove possibile, in luogo dei valori limite di emissione, parametri e misure tecniche equivalenti, basati sulle migliori tecniche disponibili.

Non tutte le tecniche descritte nel BRef comunitario saranno prese in considerazione nel presente documento. Quelle mai sperimentate nel nostro Paese oppure obsolete e ormai fuori mercato non saranno analizzate.
Nel definire la lista delle BAT per il presente documento nazionale, saranno dapprima indicate le tecniche definibili come buone pratiche di gestione delle tecniche produttive, analizzando per ciascuna di essa settore di applicabilità, effetti ambientali previsti, esempi di applicazione in atto, effetti incrociati e aspetti economici. In carenza di alcuni di questi elementi, la tecnica (BAT possibile o candidata) non sarà presa come effettiva proposta di BAT.
Le tecniche saranno considerate individualmente e non in catena con altre tecniche, stabilendo per ciascuna il potenziale di riduzione di emissioni, l'applicabilità, gli effetti collaterali (indicati nel BRef come cross-media effects) positivi o negativi. Questi ultimi verranno valutati in particolare per quanto riguarda il benessere animale, le emissione di odori, i consumi di acqua e di energia. Verranno considerati inoltre i costi, sia di investimento, sia di gestione, associati alla tecnica.
Il BRef europeo ha dimostrato come una tecnica ben sviluppata in un Paese non sempre sia applicabile ed efficace in un altro, per cui è sbagliato pensare che possa avere le stesse performance ambientali ovunque, nei vari Paesi membri dell'Unione. Per questo il BRef va preso come traccia e non come documento che fornisce standard vincolanti sul piano legislativo.
Discorso analogo vale naturalmente anche per la lista di BAT presentata nel seguito che, in nessun modo, può essere presa come riferimento legislativo, né potrebbe averne la pretesa.
Le informazioni contenute in questo documento sono da intendere come un riferimento per la determinazione delle BAT nei singoli casi specifici. Le tecniche che vengono presentate e i livelli di emissione e di consumi energetici e materiali ad esse associati dovrebbero essere considerate come un'indicazione generale e una sorta di base tecnica da consultare nel momento del rilascio di un'Autorizzazione Integrata Ambientale basata sulle BAT. La determinazione di appropriate condizioni da prescrivere nel rilascio dall'AIA dovrebbe tener conto, infatti, di fattori locali e specifici del sito, come le caratteristiche tecniche dell'allevamento interessato, la sua localizzazione geografica e le specifiche condizioni ambientali. Nel caso di insediamenti esistenti, inoltre, si dovrebbe prendere in considerazione la fattibilità tecnico/economica dell'introduzione di una tecnica indicata in questa guida come BAT, ricordando che è definita come tale solo in senso generale.
Un'altra precisazione importante riguarda i livelli di performance ambientali e/o di consumi energetici che vengono associati alle varie tecniche illustrate in questo documento. Questi vanno intesi come livelli che ci si può aspettare di raggiungere in un determinato periodo di tempo e in determinate condizioni operative e strutturali dell'allevamento, ma non sono da intendere in nessun caso come valori limite di emissione o di consumo.
Il documento sottolinea inoltre la necessità di limitare le BAT a quelle che hanno una sufficiente base di documentazione di fattibilità tecnica ed economica rimandando ad una revisione del BRef l'introduzione di altre BAT quando siano disponibili altre nozioni tecnico scientifiche e economiche in materia di:

- specificità di tecniche di trattamento degli effluenti;
- aspetti legati alle tecniche di pulizia di impianti e ambienti;
- consumi energetici associati al congelamento e allo stoccaggio refrigerato;

- consumi energetici delle operazioni di essiccamento dei prodotti del rendering;
- impiego di acque non di pregio nei macelli;
- possibilità di valorizzazione dei sottoprodotti;
- strumenti atti a migliorare la circolazione delle informazioni in materia di risparmio di risorse e di riduzione delle emissioni.

Aspetti tecnici e tecnologici dello specifico settore

Macelli e installazioni per la lavorazione dei sottoprodotti animali

Il BRef comunitario evidenzia le specificità tipologiche dei macelli europei, diverse per capacità produttiva, tipo di animale macellato e tipo di prodotto finito.
Una delle specificità maggiori, evidenziata nel BRef, riguarda i macelli italiani di suini, che abbattono animali di taglia molto grande e lavorano quasi esclusivamente per l'industria della salumeria tipica italiana. Il sezionamento a caldo e la semplice refrigerazione senza stoccaggio della carne destinata ai salumifici sono situazioni che non trovano riscontro negli altri macelli europei e quindi le tecniche e le possibili BAT trovano una loro specificità.

Dal BRef risulta anche che la tendenza verso stabilimenti di macellazione di sempre maggior capacità, con la scomparsa delle installazioni medio-piccole, non ha causato una minor richiesta di risorse specifiche (per unità di peso di carcassa prodotta), mentre sembra avere portato a una minore quantità di emissioni e sostanzialmente a una maggior facilità di soluzione dei problemi ambientali. I maggiori consumi (acqua, energia, prodotti chimici) sono legati alla necessità di garantire una maggior sicurezza alimentare e quindi da un lato una maggior eliminazione di parti a rischio (accentuata dalla concomitante emergenza BSE e dalle norme emanate) e una maggior attenzione alle operazioni di pulizia e sanificazione. Si riscontra anche una maggior attenzione ai problemi legati all'emanazione di cattivi odori, con la conseguente attivazione di strumenti di abbattimento delle stesse. Per la stessa esigenza è maggiore anche l'attenzione a ridurre la possibilità di alterazione dei sottoprodotti, non solo quelli destinati alla lavorazione, ma anche di quelli destinati alla eliminazione, mediante stoccaggi e trasporti a basse temperature. Questa maggior attenzione ai problemi ambientali causa per contro un maggior consumo energetico.

Aspetti ambientali: i consumi (energetici, idrici, di materie prime)

Macelli

Gli aspetti ambientali di maggior rilevanza per i macelli sono i consumi rilevanti di acqua, l'emissione di liquami a elevato carico organico e le forti richieste di energia per il congelamento e il mantenimento della carne e il riscaldamento dell'acqua per la sterilizzazione degli impianti e degli attrezzi. Il sangue è la maggior causa di inquinamento organico e le modalità di raccolta, per tutti i tipi di macelli, condizionano

fortemente la quantità di inquinamento emesso attraverso gli effluenti idrici e di conseguenza l'energia necessaria per la depurazione biologica degli stessi (interna o esterna) e la quantità di fanghi di depurazione prodotti dagli impianti.
Al funzionamento degli impianti di refrigerazione è legata la maggior quantità di energia elettrica consumata in molti macelli (con la sola eccezione dei macelli suini italiani, per quanto già ripetutamente ribadito): 45-90% durante la produzione e quasi il 100% nelle ore di inattività.
Le normative igienico-veterinarie obbligano ad un forte consumo di acqua potabile, con impossibilità spesso di ridurre i consumi mediante ricicli, con evidenti conseguenze negative sulla quantità di acqua di pregio consumata e sull'energia richiesta per riscaldarla.

Installazioni per la lavorazione dei sottoprodotti animali

Tutti i sottoprodotti di origine animale sono possibili fonti di forte inquinamento organico. Se il materiale non è rapidamente avviato alla lavorazione si altera e, per evitare questo, l'unica alternativa è il mantenimento a basse temperature con maggior consumo energetico. Forti consumi energetici sono anche legati a particolari tecniche di produzione (essiccazione in primo luogo)

Aspetti ambientali: le emissioni (in atmosfera, negli scarichi idrici, termiche, sonore, da vibrazione)

Macelli

L'emissione di odori molesti derivanti dallo stoccaggio di sottoprodotti e dagli impianti di depurazione sono le maggiori fonti di emissioni in aria, di scarsa evidenza ambientale, ma di rilevante impatto sociale (abitazioni circostanti, trasporti). Una importante fonte di emissione di odori molesti, nel caso di macelli suini è la sezione di flambatura, per la bruciatura delle setole.
Altri inconvenienti che possono dare i macelli riguardano la rumorosità legata alle operazioni di scarico e avviamento alla macellazione degli animali vivi e il rumore causato dai compressori e dagli impianti di raffreddamento dei liquidi di condizionamento delle celle di refrigerazione.

Installazioni per la lavorazione dei sottoprodotti animali

Tutti i sottoprodotti di origine animale sono possibili fonti di emanazione di sostanze maleodoranti. Gli impianti di incenerimento causano emissioni che possono provocare odori molesti se non adeguatamente progettati o condotti.

Aspetti ambientali: la produzione di rifiuti

Macelli

La normativa citata (Reg. 1774/2002) condiziona molto la produzione di rifiuti. I sottoprodotti della macellazione non sono mai considerati rifiuti e pertanto la produzione di rifiuti si limita alle operazioni di scarico degli animali (pulizia degli automezzi e delle zone di stabulazione) e alla eliminazione di materiale solido separato dalle griglie negli ambienti di lavorazione e dagli sgrigliatori degli impianti di depurazione degli effluenti idrici. Sono anche da tenere in considerazione i rifiuti speciali legati a particolari attività di manutenzione episodica (oli esausti di motori, liquidi di circuiti refrigeranti, ecc.), materiale di imballaggio di detergenti e disinfettanti comuni a molte attività produttive.

Installazioni per la lavorazione dei sottoprodotti animali

Sono impianti produttivi con produzione di rifiuti molto diversa come quantità e qualità in base al tipo di materia prima lavorata e tipologia produttiva

Aspetti ambientali: analisi dei rischi per incidenti

Macelli

Fermo restando la necessità di un rigoroso rispetto della normativa sanitaria citata (Reg. 1774/2002) non esistono particolari aspetti di pericolosità di tipo ambientale di questi impianti sia derivanti da rischi di tipo endogeno sia esogeno.

Installazioni per la lavorazione dei sottoprodotti animali

La grande diversità di tipologia produttiva non consente di fornire indicazioni generali. Gli impianti che lavorano sangue, grasso, pelli per la conceria, ossa, gelatina non sembrano avere particolari rischi se non quelli legati ad una normale attività produttiva di trasformazione di materiale organico deperibile, mentre gli impianti di produzione di biogas, compostaggio, incenerimento e coincenerimento hanno i rischi ambientali comuni a queste tipologie di impianti.

Migliori tecniche e tecnologie

Nel seguito verranno elencate le tecniche che nel BRef sono state individuate come le “migliori disponibili” per gli allevamenti ed i macelli. Si è inteso qui riportare un ampio

estratto del documento comunitario, che comprende le soluzioni principali prospettate. L'elenco che segue non è completo ma esaurisce la descrizione delle tecniche che in questo documento saranno indicate, nel capitolo H, quali "migliori disponibili" in Italia. Il lettore interessato ad un maggiore approfondimento potrà far riferimento al documento originale il lingua inglese, disponibile sul sito dell'ufficio IPPC di Siviglia all'indirizzo http://eippcb.jrc.es.

Sistemi di gestione ambientale

Sulla base di quanto premesso esistono MTD che sono da considerarsi trasversali ai due settori oggetto di questo documento e che riguardano in particolare la gestione degli impianti produttivi stessi in termini di corretta gestione ambientale. Sotto questo aspetto sono da considerarsi MTD possibili tutti gli strumenti di gestione dei sistemi ambientali previsti standardizzati, quali EMAS e EN ISO 14001, o non ma che comunque prevedano una gestione dell'impianto di produzione con gli stessi principi dei sistemi citati. Il sistema di gestione in questo documento è inteso come una MTD necessaria ma non sufficiente e, per essere efficace, deve essere totalmente integrato con tutte le altre tecniche operative e tecniche MTD selezionate per la specifica situazione.

Vantaggi ambientali - I sistemi di gestione ambientale assicurano il continuo miglioramento delle prestazioni dell'impianto in termini di rispetto ambientale

Effetti incrociati - Sono solo positivi in quanto un sistema di gestione ambientale è in perfetta sintonia con i principi ispiratori della Direttiva IPPC

Dati operativi - Nessuno in particolare

Applicabilità - In tutte le installazioni (macelli, lavorazione sottoprodotti). In pratica l'applicabilità è legata alla natura, alla dimensione e alla complessità dell'impianto produttivo e alle implicazioni derivanti dalla sua ubicazione.

Aspetti economici - E' difficile generalizzare il costo dell'introduzione di un sistema di gestione ambientale e questo è la risultante di un costo di progettazione (legato alle dimensioni dell'impianto e alla sua tipologia), di un costo per gli interventi di miglioramento e del costo per le verifiche. Uno studio tedesco recente (Schaltegger, S. and Wagner M. *Umweltmanagement in deutschen Unterhemen - der actuelle Stand der Praxis, 2002*) prevede un costo di impostazione variabile da 18750 a 75000 € e un costo di validazione da 5000 a 12500 €. Un altro studio tedesco indica un costo di investimento per il miglioramento delle prestazioni ambientali di 80000 € con un risparmio economico conseguente di circa 50000 €/anno, ed un tempo di ritorno dell'investimento di 1,5 anni.

Addestramento del personale

La sensibilizzazione e l'addestramento del personale ad una particolare attenzione alla corretta gestione delle risorse e alla riduzione degli aspetti negativi per l'ambiente è fondamentale a tutti i livelli di responsabilità dell'impianto produttivo

Vantaggi ambientali - Si riducono i livelli di consumi delle risorse e di emissioni e si riducono i rischi di incidenti

Effetti incrociati - Sono solo positivi in quanto l'addestramento del personale all'interno di un sistema di gestione ambientale è in perfetta sintonia con i principi ispiratori della Direttiva IPPC

Dati operativi - Richiede un investimento di tempo da parte di tutto il personale

Applicabilità - In linea di massima in tutte le installazioni (macelli, lavorazione sottoprodotti). In pratica l'applicabilità è legata alla natura , alla dimensione e alla complessità dell'impianto produttivo.

Aspetti economici -Va valutato internamente

Utilizzo di un programma di manutenzione stabilito

Una manutenzione attenta e programmata riduce i rischi di emissioni accidentali e di possibili incidenti ambientali e riduce il rischio di fermate dell'attività produttiva per rotture o incidenti.

Vantaggi ambientali - Si riducono i livelli di consumi delle risorse e di emissioni e si riducono i rischi di incidenti

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - Una manutenzione programmata riduce il rischio di perdite (acqua, vapore, combustibile, ecc)

Applicabilità - In tutte le installazioni (macelli, lavorazione sottoprodotti)

Aspetti economici - Va valutato internamente

Immagazzinamento breve dei sottoprodotti animali e possibilmente loro refrigerazione

L'immagazzinamento breve dei sotto-prodotti e la loro eventuale refrigerazione, prima del trattamento successivo riduce fortemente la loro biodegradazione e l'emissione di odori fastidiosi. Inoltre la ridotta degradazione sia termica che biologica ridurrà il carico di BOD e N nelle acque di scarico dei successivi impianti di trattamento..

Vantaggi ambientali - Si riducono gli effetti ambientali negativi dell'immagazzinamento dei sottoprodotti animali e si riduce il carico di BOD e N nelle acque di scarico degli impianti di trattamento

Effetti incrociati - Aumento del consumo di energia per la refrigerazione

Dati operativi - Nessuno

Applicabilità - In tutte le installazioni (macelli, lavorazione sottoprodotti)

Aspetti economici - Va valutato internamente

Riduzione dei consumi di acqua

Riduzione dei consumi di acqua - Installazione di misuratori di acqua su ciascun comparto produttivo e/o su ciascuna macchina

Il consumo di acqua, oltre che nel suo complesso, può essere misurato per singola operazione unitaria o per singola linea produttiva. Ciò permette di evidenziare i consumi specifici più elevati e valutare l'efficacia di un intervento teso alla riduzione dei consumi. L'ideale è registrare con una notevole frequenza i consumi istantanei in modo da evidenziare anche le variazioni puntuali.

Vantaggi ambientali - Si riducono i consumi di acqua

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - La valutazione dei consumi delle singole macchine può portare ad identificare eventuali errori di progettazione e installazione

Applicabilità - In tutte le installazioni (macelli, lavorazione sottoprodotti)

Aspetti economici - Va valutato internamente

Riduzione dei consumi di acqua - Separazione delle acque di processo dalle altre

La separazione degli scarichi derivanti dai processi produttivi da quelle che non necessitano di depurazione (acque piovane, acque di raffreddamento) consente di ridurre il quantitativo di liquami inviati al trattamento di depurazione. Le acque particolarmente cariche di inquinanti organici possono essere raccolte separatamente e inviate ad un trattamento specifico (flottazione, filtrazione fine, trattamento a membrana, concentrazione, biogas, ecc.)

Vantaggi ambientali - Si riducono i consumi di acqua e non si contamina acqua che non necessita di depurazione con reflui inquinati. Si riducono i consumi legati al trattamento di depurazione e il volume di scarico nel caso di immissione in fognatura pubblica; si possono avere vantaggi dal ricupero di materiale vendibile o da cogenerazione.

Effetti incrociati - nessuno

Applicabilità - In particolare negli impianti nuovi o in fase di totale ristrutturazione.

Aspetti economici -Costo di investimento molto alto che può avere un tempo di ritorno dell'investimento economico anche abbastanza consistente

Riduzione dei consumi di acqua - Riutilizzo delle acque di raffreddamento e delle acque delle pompe da vuoto

L'acqua proveniente dagli impianti di raffreddamento e dalle pompe a vuoto che non sia venuta a contatto con i materiali organici o con i sottoprodotti della macellazione potrà essere utilizzata per altri scopi, da individuarsi in base alla qualità e agli eventuali trattamenti

Vantaggi ambientali - Si riducono i consumi di acqua.

Effetti incrociati - nessuno

Applicabilità - Nel caso di riutilizzo per la lavorazione (contatto con la carne) è sottoposto a autorizzazione veterinaria.

Aspetti economici: da valutare caso per caso.

Riduzione dei consumi di acqua - Eliminazione dei rubinetti a scorrimento e manutenzione di guarnizioni di tenuta in rubinetteria, servizi igienici, ecc.

I rubinetti ad apertura e chiusura manuale sono da eliminare, perché è molto frequente che siano lasciati aperti o chiusi solo parzialmente per disattenzione o per scelta, con notevole sperpero di acqua di pregio.

Vantaggi ambientali - Si riducono i consumi di acqua. Un filo d'acqua del diametro di 1 mm che fuoriesce da un rubinetto e una perdita percettibile a occhio nudo in un wc corrispondono rispettivamente a 80 e 195 mc di acqua consumata all'anno (BRef comunitario), mentre da un rubinetto da 3/4 inch lasciato aperto, fuoriescono 5 mc di acqua in un turno di 8 ore.

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - in un macello da 350 maiali/ora, l'apertura non necessaria di un rubinetto da 3/4 di pollice determina un aumento del consumo di acqua di circa 113 l/t di carcassa; per macelli a potenzialità inferiore, il valore si innalza in modo inversamente proporzionale. Per quanto riguarda la manutenzione delle guarnizioni se ci sono 50 posizioni di erogazione acqua (rubinetti, servizi igienici, ecc.) che sgocciolano, il consumo annuale di acqua corrispondente è valutabile in 5000-6000 mc/anno (con conseguente costo di prelievo e di depurazione).

Applicabilità - In tutte le installazioni (macelli, lavorazione sottoprodotti)

Aspetti economici: costi sicuramente inferiori al risparmio ottenibile.

Riduzione dei consumi di acqua - Impiego di idropulitrici a pressione.

I sistemi di pulizia idraulica a media pressione garantiscono una maggior efficienza di pulizia e un risparmio sensibile di acqua (idropulitrici per il lavaggio dei carri bestiame che consumano 60 l/min di acqua a 1,5 Mpa danno un'efficacia di pulizia pari ad un'idropulitrice operante a 0,3 MPa che consuma 250 l/min).

Vantaggi ambientali - Si riducono i consumi di acqua e i volumi di liquami da trattare. Se poi si usa acqua calda si risparmia una proporzionale energia necessaria per il riscaldamento.

Effetti incrociati - nessuno

Applicabilità - In tutte le installazioni (, macelli, lavorazione sottoprodotti)

Aspetti economici: tempo di ritorno dell'investimento economico sicuramente favorevole.

Riduzione dei consumi di acqua - Applicare agli ugelli dell'acqua comandi a pistola.

Consentono di erogare l'acqua solo quando serve effettivamente.

Vantaggi ambientali - Si riducono i consumi di acqua e i volumi di liquami da trattare. Se poi si usa acqua calda si risparmia una proporzionale energia necessaria per il riscaldamento.

Effetti incrociati - nessuno

Applicabilità - sempre applicabili per acqua fredda o per acqua calda scaldata con uno scambiatore; modifiche specifiche nel caso di acqua riscaldata per immissione diretta di vapore.

Aspetti economici: tempo di ritorno dell'investimento economico sicuramente favorevole.

Riduzione dei consumi di acqua - Prima pulizia a secco degli impianti e applicazione alle caditoie sui pavimenti di trappole amovibili per la separazione dei solidi.

Consente di effettuare una prima separazione dei solidi appena questi diventano materiale di scarto senza che vengano a contatto con le acque. Si effettua applicando grate con luci di passaggio idonee alle caditoie sui pavimenti.

Vantaggi ambientali - Si riducono i carichi organici (BOD, COD, SS) nei liquami da trattare. In base anche ai regolamenti vigenti il materiale solido può essere destinato al ricupero o al rendering.

Effetti incrociati - Possibili inconvenienti a livello di contaminazione microbica e di incidenti agli addetti se non accompagnata da idonee e precise indicazioni di frequenti allontanamenti degli scarti

Dati operativi - Tutte le sostanze solubili passano alla fase liquida e non sono più separabili meccanicamente .

Applicabilità - In tutte le installazioni (macelli, lavorazione sottoprodotti)

Aspetti economici: costo molto limitato per gli impianti esistenti, praticamente nullo per i nuovi ovvero in caso di modifiche sostanziali.

Riduzione dei consumi di acqua – Progettazione e costruzione dei veicoli e delle attrezzature di carico e scarico in modo che siano facilmente pulibili.

Consente di effettuare la necessaria operazione di pulizia dei veicoli e delle attrezzature di carico e scarico con ridotti consumi di acqua.

Vantaggi ambientali – Si riduce il consumo di acqua

Effetti incrociati - Nessuno

Dati operativi - Nessuno

Applicabilità - In tutte le installazioni (, macelli, lavorazione sottoprodotti)

Aspetti economici: Non valutabile

Controllo degli odori

Nel campo della macellazione i punti critici per quanto riguarda l'emissione in atmosfera di odori molesti sono il ricevimento e la stabulazione temporanea degli animali vivi, la flambatura (suini) e tutto quanto riguarda la raccolta, lo stoccaggio e l'allontanamento dei sottoprodotti. Per le installazioni di lavorazione dei sottoprodotti gli inconvenienti riguardano le fasi di arrivo e di stoccaggio del materiale da lavorare, la lavorazione stessa e l'eliminazione degli scarti..

Vantaggi ambientali - Prevenzione e controllo degli effetti negativi sull'ambiente circostante (abitazione e trasporti) dovuto ai cattivi odori

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - Un controllo delle emissioni gassose maleodoranti implica la quantificazione delle stesse, una valutazione della riduzione delle fonti di generazione dei cattivi odori, l'attivazione delle migliori modalità di abbattimento e il mantenimento a livelli di efficienza degli impianti di abbattimento installati.

Applicabilità - In tutte le installazioni (, macelli, lavorazione sottoprodotti).

Aspetti economici - onerosi.

Controllo degli odori - Trasporto dei sottoprodotti in contenitori chiusi.

Il regolamento comunitario riguardante i sottoprodotti di origine animale prevede che il trasporto dei sottoprodotti della macellazione sia fatto in contenitori chiusi o comunque in cassoni coperti e prevede l'obbligo della pulizia, della sanificazione e dell'asciugatura fra un trasporto e il successivo.

Vantaggi ambientali - Prevenzione e controllo degli effetti negativi sull'ambiente circostante (abitazioni e trasporti) dovuto ai cattivi odori. Si evitano pericoli di spandimento sul suolo.

Effetti incrociati - si consuma energia per la ventilazione delle aree di stoccaggio temporaneo.

Applicabilità - Nei macelli (zona di accumulo dei sottoprodotti) e negli stabilimenti di lavorazione sottoprodotti (zona di ricevimento).

Controllo degli odori - Chiusura delle zone di scarico dei sottoprodotti.

Le aree nelle quali arrivano agli stabilimenti di lavorazione i sottoprodotti della macellazione dovrebbero essere preferibilmente chiusi e il trasporto all'interno dello stabilimento dovrebbe essere effettuato mediante nastri trasportatori funzionanti all'interno di tunnel chiusi e mantenuti in lieve pressione negativa. L'aria aspirata è inviata ad un sistema di abbattimento degli odori (filtro a carbone o altro)

Vantaggi ambientali - Prevenzione e controllo degli effetti negativi sull'ambiente circostante dovuto ai cattivi odori. Si evitano pericoli di spandimento sul suolo.

Effetti incrociati - si consuma energia per la aspirazione nel tunnel.

Applicabilità - Negli stabilimenti di lavorazione sottoprodotti (zona di ricevimento).

Aspetti economici - relativamente onerosi.

Controllo degli odori - Installazione di porte autochiudenti in tutti i reparti dello stabilimento di lavorazione dei sottoprodotti.

Le emissioni derivanti dallo stoccaggio e dalla lavorazione dei sottoprodotti della macellazione devono restare all'interno dei locali, dai quali verranno eliminate per aspirazione.

Vantaggi ambientali - Prevenzione e controllo degli effetti negativi sull'ambiente circostante dovuto ai cattivi odori.

Effetti incrociati – Nessuno.

Dati operativi - Al fine di evitare spandimento di odori all'esterno dei locali tutte le porte utilizzate dai mezzi di trasporto e dal personale dovranno essere del tipo autochiudenti (a m olla o a sensore elettronico) con allarme che si attiva quando la porta viene tenuta aperta per un tempo superiore ad un massimo fissato

Applicabilità - Negli stabilimenti di lavorazione sottoprodotti (zona di ricevimento).

Aspetti economici - onerosi.

Controllo degli odori - Lavaggio frequente delle aree di stoccaggio dei materiali.

Le aree di stoccaggio temporaneo dei sottoprodotti nei macelli e negli stabilimenti di lavorazione sottoprodotti (zona di ricevimento e zona raccolta scarti) debbono essere lavate frequentemente per evitare lo sviluppo di alterazioni microbiche con conseguente maggior produzione di odori.

Vantaggi ambientali - Prevenzione e controllo degli effetti negativi sull'ambiente circostante dovuto ai cattivi odori.

Effetti incrociati - Consumo di acqua e di detergenti. Si può pensare all'eventuale impiego di acqua proveniente da altri settori o di acqua proveniente dal trattamento di depurazione.(da valutare in base al tipo di trattamento di depurazione e all'impiego dei sottoprodotti ottenuti)

Dati operativi - Il piano di pulizia deve interessare tutte le superfici di strutture e di impianti, pavimenti, corsie di passaggio mezzi di trasporto, fognature. Se il lavaggio è frequente si riduce anche il consumo di detergenti.

Applicabilità - Nei macelli (zona di accumulo dei sottoprodotti) e negli stabilimenti di lavorazione sottoprodotti (zona di ricevimento).

Aspetti economici – Parzialmente onerosi.

Controllo del rumore

Nel campo della macellazione i punti critici per il rumore sono il ricevimento e la stabulazione temporanea degli animali vivi e l'avviamento alla macellazione. Nel caso di ubicazione all'interno di centri abitati c'è da considerare anche l'effetto negativo provocato dai mezzi che trasportano gli animali vivi e quelli che trasportano corpi interi o parti di animale e sottoprodotti. Per le installazioni di lavorazione dei prodotti gli inconvenienti riguardano l'arrivo del materiale da lavorare. Tutti gli impianti possono essere interessati dall'emissione di rumori derivanti dagli impianti di congelamento e dalle ventole di raffreddamento dei fluidi di refrigerazione. Anche l'impianto di depurazione degli effluenti idrici spesso provoca rumori molesti che vengono avvertiti soprattutto nelle ore notturne, come pure gli aspiratori per il ricambio di aria nei locali di stoccaggio e lavorazione dei sottoprodotti.
Non vengono considerati i rumori interni allo stabilimento che sono regolamentati da apposite norme riguardanti la sicurezza degli addetti alla lavorazione.

Vantaggi ambientali - Prevenzione e controllo degli effetti negativi derivanti dal rumore

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - Un controllo dei rumori implica la loro quantificazione, una valutazione della riduzione delle fonti di generazione del rumore, l'attivazione delle migliori modalità di riduzione, da studiare in base agli inconvenienti prodotti. Per gli impianti di raffreddamento dei liquidi refrigeranti è indispensabile una buona manutenzione e pulizia programmata delle ventole, che da sola può ridurre sensibilmente il problema. I compressori degli impianti di produzione del freddo possono essere isolati adeguatamente (motori, porte e pareti)

Applicabilità - In tutte le installazioni (macelli, lavorazione sottoprodotti).

Aspetti economici - In alcuni casi sicuramente onerosi.

Controllo emissioni gassose

Controllo delle emissioni gassose Sostituire combustibili liquidi con gas per il funzionamento degli impianti di generazione del calore.

Il gas è praticamente esente da zolfo e azoto e quindi nella combustione i fumi prodotti hanno caratteristiche decisamente più accettabili. Nel caso sia disponibile l'approvvigionamento di gas la conversione degli impianti di generazione del calore da combustibile liquido a metano è da prevedere.

Vantaggi ambientali - L'emissione in atmosfera di SO_2 e NO_x è decisamente inferiore

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - Debbono essere modificati i sistemi di approvvigionamento e sostituiti i bruciatori

Applicabilità - In tutte le installazioni che possono essere collegate ad una rete di gas combustibile.

Aspetti economici - Onerosità degli interventi di modifica. Il costo di gestione può essere superiore, ma nel bilancio economico vanno considerati anche i minori costi per l'abbattimento degli inquinanti in atmosfera.

Trattamenti di depurazione delle acque

Trattamenti di depurazione effluenti. Prevenire la stagnazione di acqua, eliminare preventivamente i solidi sospesi attraverso l'uso di griglie, eliminare il grasso dall'acqua con appositi trattamenti meccanici, adoperare un flottattore, possibilmente con l'aggiunta di flocculanti, per l'ulteriore eliminazione dei solidi .

Sono pratiche che mirano a ridurre il carico di solidi al depuratore e di conseguenza al corpo recettore.

Vantaggi ambientali - L'emissione di solidi sospesi in acqua viene ridotta al massimo tecnicamente possibile.

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - nessuno

Applicabilità - In tutte le installazioni.

Trattamenti di depurazione effluenti. Utilizzare una vasca di equalizzazione delle acque di scarico, sovradimensionare la capacità di stoccaggio delle acque di scarico, prevenire l'emissione di odori e gocciolamenti dalle vasche di trattamento delle acque di scarico .

Sono pratiche che mirano ad una corretta gestione dei trattamenti sulle acque di scarico.

Vantaggi ambientali – Riduzione di alcuni effetti negativi del trattamento delle acque di scarico.

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - nessuno

Applicabilità - In tutte le installazioni.

Trattamenti di depurazione effluenti. Assoggettare l'effluente ad un trattamento biologico (aerobico o anaerobico in relazione alle esigenze). Trattamenti di rimozione di azoto e fosforo. Eventuale trattamento terziario ed effettuazione di un regolare piano di monitoraggio della qualità degli effluenti

Sono pratiche che mirano a ridurre il carico di materia organica, di azoto e fosforo negli effluenti liquidi.

Vantaggi ambientali - L'emissione di BOD, COD, N e P in acqua viene ridotta al minimo tecnicamente conseguibile.

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - nessuno

Applicabilità - In tutte le installazioni.

Pulizia impianti e locali

Pulizia degli impianti e dei locali - Controllo delle quantità di acqua e di detergenti impiegati.

La registrazione giornaliera dei consumi di acqua e di prodotti per la detergenza permette di evidenziare ed eventualmente correggere consumi anomali e di valutare l'effettivo quantitativo di acqua e di prodotti che garantisce l'obiettivo di pulizia richiesto.

Vantaggi ambientali - Probabile riduzione dei consumi di acqua e di prodotti chimici e minor emissione di inquinanti destinati al trattamento di depurazione

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - Debbono essere garantiti i livelli di pulizia e sanificazione richiesti.

Applicabilità - In tutte le installazioni.

Aspetti economici - probabilmente positivi per l'Azienda.

Pulizia degli impianti e dei locali - Selezione dei detergenti impiegati.

Nel rispetto delle norme di legge in materia di prodotti per la detergenza, si debbono preferire i prodotti a minor effetto inquinante che garantiscano comunque l'obiettivo di pulizia richiesto. Alcune classi di detergenti sono ormai vietati dalle norme di legge (NPE e LAS) (dir 2000/60/EC)

Vantaggi ambientali - Probabile minor emissione di inquinanti destinati al trattamento di depurazione

Effetti incrociati - Legato al detergente scelto

Dati operativi - Debbono essere garantiti i livelli di pulizia e sanificazione richiesti.

Applicabilità - In tutte le installazioni.

Aspetti economici. Legato al detergente scelto

Pulizia degli impianti e dei locali - Selezione e preferenza di disinfettanti non clorurati.

La tendenza attuale è di limitare ai casi di assoluta indispensabilità i disinfettanti a base di cloro attivo, per evitare l'immissione nell'ambiente acquatico di molecole capaci di combinarsi con alcuni microinquinanti presenti nell'acqua per formare idrocarburi alogenati o composti organo clorurati. L'impiego di disinfettanti può essere proporzionalmente ridotto se vengono migliorate le fasi di lavaggio e pulizia.

Vantaggi ambientali - Riduzione della probabilità di formazione di idrocarburi alogenati e di composti organoclorurati

Effetti incrociati - Nessuno o legato al prodotto alternativo scelto

Dati operativi - I disinfettanti in commercio sono o più cari o meno efficaci dei disinfettanti clorurati.

Applicabilità - In tutte le installazioni.

Aspetti economici. I prodotti non clorurati, a parità di efficacia sono più cari

Macellazione in generale

Pulizia a secco dei mezzi di trasporto degli animali vivi prima del lavaggio

Le deiezioni, la paglia e gli altri materiali solidi presenti nei cassoni utilizzati per il conferimento degli animali vengono asportati meccanicamente a secco prima del lavaggio.

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua e minor carico inquinante organico immesso nei reflui da inviare al trattamento. Possibile utilizzo agronomico del materiale separato meccanicamente.

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - Con questa operazione il consumo specifico di acqua per tonnellata di carcassa si riduce.

Applicabilità - In tutte le installazioni con particolare riferimento ai macelli bovini e di pollame.

Aspetti economici. nessuno

Lavaggio dei mezzi di trasporto con getti d'acqua a pressione comandati da pistola

L'impiego di ugelli a pressione con comando a pistola consente di ridurre i consumi di acqua e di migliorare l'efficienza della pulizia; l'operazione va effettuata dopo avere eliminato a secco il materiale solido.

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua.

Effetti incrociati - nessuno, se effettuato dopo avere eliminato a secco il materiale solido.

Dati operativi - Si usa acqua a ca 2 MPa. Il sistema di azionamento a pistola (l'acqua esce solo quando serve) riduce sensibilmente il consumo d'acqua (circa 100 l/t di carcassa) rispetto ad un ugello a flusso continuo.

Applicabilità - In tutti i macelli.

Aspetti economici. Relativamente oneroso per il costo degli impianti

Raccolta continua di sottoprodotti secchi e separati tra loro, in combinazione con sistemi di ottimizzazione delle raccolte di gocciolamento e sangue

Il modello di macello moderno prevede che tutto quanto può essere destinato alla rilavorazione (sottoprodotti) debba essere eliminato dagli ambienti di lavoro per via secca. In tal modo si ottiene più materiale con un possibile valore merceologico e nello stesso tempo si riduce il carico organico che, in caso di lavaggio, raggiungerebbe l'impianto di depurazione aumentando i costi relativi di trattamento

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua e minor carico inquinante organico immesso nei reflui da inviare al trattamento.

Effetti incrociati – Ridotto aumento dei consumi energetici; facilita la pulizia a secco dei pavimenti.

Dati operativi – Alcune esperienze europee mostrano che questa tecnica accoppiata alla pulizia a secco dei pavimenti consente riduzioni significative di COD nelle acque.

Applicabilità - In tutte le installazioni.

Aspetti economici. – Da valutare caso per caso

Pulizia a secco dei pavimenti delle sale di macellazione e sezionamento

Il modello di macello moderno prevede che tutto quanto può essere destinato alla rilavorazione (sottoprodotti) debba essere eliminato dagli ambienti di lavoro per via secca. In tal modo si ottiene più materiale con un possibile valore merceologico e nello stesso tempo si riduce il carico organico che, in caso di lavaggio, raggiungerebbe l'impianto di depurazione aumentando i costi relativi di trattamento

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua e minor carico inquinante organico immesso nei reflui da inviare al trattamento.

Effetti incrociati - Aumento dei consumi energetici se l'allontanamento viene fatto per via pneumatica.

Dati operativi - Usando un sistema di aspirazione sull'intera linea di macellazione di suini , il quantitativo di materiale organico raccolto è aumentato da 2,6 a 10,4 kg/t di carcassa) e il carico organico in arrivo al depuratore è diminuito di circa 600 g/t di carcassa). In un macello di tacchini (18000/d) il minor consumo di acqua è stato quantificato in 18000 mc/anno.

Applicabilità - In tutte le installazioni.

Aspetti economici. Si può prevedere un tempo di ritorno dell'investimento economico inferiore all'anno (calcolato sul risparmio nei costi di depurazione).

Esclusione di tutti i rubinetti non necessari dalla linea di macellazione.

La disattivazione dei rubinetti di erogazione dell'acqua non necessari a uno specifico scopo lungo la linea di macellazione favorisce la pulizia a secco e non invita a un uso "più comodo" di un lavaggio con acqua. Vengono lasciati solo i rubinetti per il lavaggio delle mani, dei guanti e dei grembiuli di protezione.

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua e minor carico inquinante organico immesso nei reflui da inviare al trattamento.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - I rubinetti che vengono lasciati debbono essere ad apertura a pistola o elettronica.

Applicabilità - In tutte le linee di macellazione.

Aspetti economici. Nessun costo

Isolamento delle vasche di sterilizzazione dei coltelli.

Le vasche di sterilizzazione dei coltelli disposte a lato della linea di macellazione è bene che siano isolate.

Vantaggi ambientali **-** Riduzione del consumo di energia per il mantenimento a temperatura dell"acqua.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - L'acqua di sterilizzazione dei coltelli viene mantenuta a 82°C (insufflazione di vapore o circolazione di acqua calda).

Applicabilità - In tutte le linee di macellazione.

Aspetti economici. E' stato previsto un tempo di ritorno dell'investimento economico di circa un anno

Miglioramento della gestione dell'energia, in generale e negli impianti di refrigerazione in particolare.

Una razionalizzazione dei consumi energetici porta a sicuri vantaggi ambientali e economici. Per quanto riguarda in particolare i macelli la maggior parte dell'energia elettrica consumata riguarda gli impianti di refrigerazione e/o congelamento e pertanto una particolare attenzione a questi impianti consente di ottenere i risultati più consistenti.

Vantaggi ambientali **-** Molto spesso una riduzione dei consumi di una risorsa riduce anche quella energetica (in particolare l'acqua calda). Si ottiene anche una riduzione delle emissioni fuggitive di fluidi refrigeranti.

Effetti incrociati - Sono solo positivi in quanto un sistema di miglioramento della gestione energetica è in perfetta sintonia con i principi ispiratori della Direttiva IPPC

Dati operativi - Si possono ricordare: Isolamento tank di sterilizzazione coltelli; installazione di ministrutture per il lavaggio delle mani e dei grembiuli; installazione di microinterruttori sulle porte delle celle frigorifere; installazione e uso di miscelatori acqua/vapore a controllo automatico; sezionamento delle linee di trasporto dei fluidi. Informazioni utili si possono avere nel documento *EN 378:2000 Refrigeration system and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 2, 3 and 4*. Possono essere così riassunti: Conoscenza delle prestazioni energetiche di ogni gruppo, in base ai dati di progetto; attenta gestione dell'impianto di raffreddamento, delle celle e delle aree limitrofe; monitoraggio ; schede di manutenzione per i singoli apparecchi (compressori, condensatori, valvole, evaporatori, ecc); controllo.

Applicabilità - In tutte le installazioni (macelli, lavorazione sottoprodotti).

Esempio citato **-** Il BRef europeo riporta i risultati di un programma di miglioramenti energetici in un macello inglese di animali di grossa taglia (senza indicazione purtroppo della quantità di corpi interi o parti di animale prodotte). Si riportano i dati relativi ai miglioramenti apportati di modesta entità:

Tipo di Intervento	**Risparmio ottenuto (GJ)**	**Minor consumo d'acqua (mc)**	**Risparmio (dati in sterline 1993)**	**Costo dell'invest. (sterline 1993)**	**Ritorno dell'investimento economico (anni)**
Isolamento tank di sterilizzazione coltelli	2518	6435	10280	6000	0,6

Installazione di ministrutture per il lavaggio delle mani e dei grembiuli	2035	11700	13351	17000	1,3
Sezionamento linee di trasmissione fluidi	1891	2700	6019	15000	2,5
Coibentazione linee fluidi	478		982	1100	1,3
Installazione di microinterruttori sulle porte delle celle frigorifere	226		3000	4100	1,4

Aspetti economici - Legati al miglioramento ottenuto.

Controllo e ottimizzazione del circuito dell'aria compressa.

Il compressore che fornisce aria compressa all'impianto deve essere disattivato al termine delle operazioni di macellazione. Per la successiva pulizia si usano circuiti alimentati da piccoli compressori puntuali che operano a livelli di pressione inferiori.

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di energia.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - Mantenere attivo un circuito generale, è possibile solo se si è sicuri di non avere perdite e questo è garantito solo da un programmato e frequente controllo della linea e comunque il mantenimento a pressioni di esercizio superiori a quello necessario causa un consumo maggiore di energia (6% per ogni 100 kPa).

Applicabilità - In tutte le linee di macellazione.

Aspetti economici. Un programma di manutenzione ha un costo che viene ripagato dalla riduzione dei costi energetici dovuti alle perdite.

Cleaning in place (CIP).

I sistemi CIP sono sistemi di lavaggio di una singola macchina a circuito chiuso e che provvedono direttamente alla pulizia secondo una programmazione di tempi e di materiale di detergenza oltre che di temperatura e durata delle operazioni. L'installazione del CIP deve essere fatta al momento della costruzione della macchina; l'installazione a posteriori è possibile ma molto più complessa

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua, detergenti e energia.

Effetti incrociati - in alcuni casi il risparmio di energia è annullato se il sistema prevede importanti consumi per prolungati ricircoli.

Applicabilità - In tutte le macchine della linea di macellazione e nei circuiti di passaggio dei fluidi di nuova installazione.

Aspetti economici. Un programma di manutenzione ha un costo che viene ripagato dalla riduzione dei costi energetici dovuti alle perdite.

Macellazione di animali di grossa taglia

Ricevimento e stabulazione - Interrompere l'alimentazione degli animali almeno 12 ore prima della macellazione

Si riduce la quantità di materiale non digerito all'interno degli stomaci. Per animali che vengono macellati entro un tempo più breve dalla partenza dall'allevamento è opportuno raggiungere accordi in tal senso con il gestore dell'allevamento, nel rispetto delle norme relative ai regolamenti sul benessere degli animali.

Vantaggi ambientali - Riduzione del materiale stomacale da scartare che spesso arriva in fognatura e quindi al trattamento di depurazione. Questo materiale è utilizzabile per l'alimentazione di impianti anaerobici e di compostaggio

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - La Direttiva 93/119/EC sul benessere degli animali obbliga ad abbeverare gli animali durante la stabulazione anche temporanea e ad alimentarli se la stabulazione supera le 12 ore.

Applicabilità - In tutti i macelli.

Ricevimento e stabulazione - Installazione di abbeveratoi con apertura comandata dagli animali nella zona di stabulazione.

Sistemi di erogazione dell'acqua da bere che vengono azionati direttamente dagli animali (poppatoi o altro) consentono di consumare solo l'acqua necessaria agli animali stessi.

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua

Effetti incrociati - nessuno.

Applicabilità - In tutti i macelli.

Aspetti economici. Costo modesto

Ricevimento e stabulazione - Docciatura temporizzata dei maiali durante la stabulazione

La Direttiva 93/119/EC sul benessere degli animali obbliga a bagnare gli animali durante la stabulazione nei periodi più caldi: Ciò viene fatto con docce. Installando docce che erogano acqua a tempo o meglio ancora elettronicamente quando passa l'animale si consuma solo l'acqua necessaria agli animali stessi.

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua parziale abbattimento degli odori

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - Nel caso di docce temporizzate si eroga acqua per 2 minuti ogni mezz'ora

Applicabilità - In tutti i macelli di suini.

Aspetti economici. Costo modesto per le docce temporizzate, sicuramente compensato dal risparmio di acqua; costo maggiore per le docce a apertura comandata da fotocellula elettronica

Ricevimento e stabulazione - Pulizia a secco del pavimento delle zone di stabulazione e passaggio degli animali seguita dal lavaggio

L'asportazione a secco delle deiezioni consente di ridurre il materiale solido che diversamente sarebbe parzialmente solubilizzato e aumenterebbe il carico idraulico e organico degli effluenti da depurare.

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua e minor carico inquinante organico immesso nei reflui da inviare al trattamento.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - Usando un sistema di pulizia a secco delle deiezioni allo svuotamento di una stalla per bovini , il il carico organico in arrivo al depuratore è diminuito di circa 2,7-3,0 kg di BOD e il fosforo di 26-30 g /t di carcassa.

Applicabilità - In particolare nei macelli bovini.

Aspetti economici. Solo costo di personale addetto

Macellazione - Ottimizzazione delle operazioni di dissanguamento, raccolta, stoccaggio del sangue.

La maggior parte del sangue eliminato durante la macellazione deve restare nell'area di dissanguamento. L'uso di coltelli cavi dà una resa minore di sangue raccolto (l'inserimento del coltello per ragioni di velocità delle linee non può superare i 30-40 secondi) rispetto alla tecnica tradizionale del taglio della gola, ma permette di aumentare la percentuale di sangue di pregio (destinato a usi alimentari e industriali). La scelta di privilegiare la resa in estrazione del sangue di pregio varia in funzione della redditività del sangue per uso industriale e alimentare e contemporaneamente del maggior costo di depurazione che si ha se aumenta la quantità di sangue che viene inviato in fognatura e alla depurazione.

Vantaggi ambientali - Tutto il sangue che non raggiunge la fognatura, ma che viene allontanato in altro modo, riduce il carico organico degli effluenti da inviare alla depurazione. .

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - L'allungamento della linea di macellazione e quindi della raccolta di sangue per sgocciolamento è possibile solo nel caso di installazione di nuove linee di macellazione ovvero in caso di modifiche sostanziali. Nel caso di tecniche tradizionali (taglio della gola) in un minuto si può raccogliere il 90% del sangue di un bovino e di un suino. In un macello di suini, passare da 40 a 60 secondi di sgocciolamento ha permesso di raccogliere il 9% di sangue in più e quindi di ridurre il carico organico in arrivo all'impianto di circa 500 g di BOD/t di carcassa.

Applicabilità - In tutte le nuove linee di macellazione ovvero in caso di modifiche sostanziali.

Aspetti economici. Maggior lunghezza linea (costo della base di raccolta in acciaio inox: 300 €/m) e maggior occupazione di spazio.

Macellazione - Uso di spatole per la raccolta periodica del sangue sulle tramogge.

Il sangue che cade sulla base di raccolta viene inviato alla tramoggia di adduzione alla vasca di raccolta con getti d'acqua. La diluizione abbassa la qualità e la commerciabilità del sangue; si prevede in alternativa che la base di raccolta venga mantenuta costantemente libera dal sangue mediante l'azione di spatole raschianti azionate manualmente o meccanicamente.

Vantaggi ambientali - Tutto il sangue che non raggiunge la fognatura, ma che viene allontanato in altro modo, riduce il carico organico degli effluenti da inviare alla depurazione. Minor consumo di acqua.

Effetti incrociati - Maggior consumo di energia nel caso di spatole azionate meccanicamente.

Dati operativi - Il sistema prevede che la base di raccolta venga mantenuta costantemente libera dal sangue mediante l'azione di spatole raschianti azionate manualmente o meccanicamente.

Applicabilità - In tutte le linee di macellazione.

Aspetti economici. Nel caso di azione manuale, il costo aggiuntivo di mano d'opera è trascurabile; limitato anche il costo di spazzole meccaniche.

Depilazione dei suini - Isolamento e copertura delle tradizionali vasche ad acqua calda.

La vasca di scottatura in acqua può essere isolata termicamente e coperta con un sensibile risparmio di energia per minor dispersione del calore. La copertura può essere facilmente ottenuta con l'uso di palline di plastica isolante galleggianti.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di energia e anche di acqua per riduzione dell'effetto onda e debordamento legato all'immersione. Si riduce la necessità di ventilazione per eliminare la nebbia e quindi si ha anche un minor consumo energetico. Si riducono i cattivi odori nell'ambiente di lavoro.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - Sono riportati in letteratura i seguenti dati, relativi ad una vasca di scottatura di un macello danese da 43 m di lunghezza (100 m^2 di superfici laterali e inferiore e 22 m^2 di superficie superiore, capacità di macellazione 210 maiali di taglia medio-piccola): una minor perdita di 370000 kJ (103 kWh) equamente distribuiti fra pareti della vasca e superficie scoperta.

Applicabilità - In tutte le nuove linee di macellazione ovvero in caso di modifiche sostanziali. L'isolamento delle vasche esistenti è più problematico e non sempre possibile. La copertura con palline di plastica è sempre possibile e il tempo di ritorno economico è valutabile in meno di un anno.

Aspetti economici. - L'isolamento di una vasca per una linea da 220 maiali/ora è valutabile in 55000€.

Depilazione dei suini - Controllo del livello delle vasche di scottatura.

Il dislivello fra acqua e troppopieno a vasca vuota di animali deve essere tale da non avere fuoriuscita di acqua a vasca piena di animali.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di energia e anche di acqua per riduzione dell'effetto onda e debordamento legato all'immersione..

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - E' sufficiente l'installazione di un misuratore automatico di livello e di temperatura che comandi l'immissione di acqua calda in base all'abbassamento di livello che si ha per l'asportazione di acqua per il bagnamento dei maiali. L'automazione elimina la dipendenza dalla responsabilità degli addetti. Si è valutato un risparmio, nel caso della vasca al punto precedente di circa 5 mc/d.

Applicabilità - In tutte le linee di macellazione.

Aspetti economici. - Costo modesto e tempo di ritorno dell'investimento economico quasi immediato.

Depilazione dei suini - Scottatura a condensazione del vapore (scottatura verticale).

La scottatura a vapore è un'alternativa alla scottatura in acqua. I maiali (appesi verticalmente alla guidovia) entrano in un tunnel dove è inviata aria umida a 60-62°C. L'aria è continuamente estratta da un camino per aspirazione e riciclata per ristabilire il corretto grado di umidificazione e riscaldamento, ottenuti per immissione di vapore. All'interno del tunnel, appositi deflettori consentono di distribuire l'aria sull'intera superficie dei suini. Il vapore condensa sulla superficie dell'animale e si ha l'effetto desiderato di distacco delle setole.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua e di energia. A differenza della scottatura in acqua non si ha aspirazione di acqua da parte del maiale.

Effetti incrociati - E' necessaria una docciatura preliminare dei suini in quanto la sporcizia fa da isolante e non permette la scottatura.

Dati operativi - E' indispensabile mantenere la temperatura richiesta e il massimo grado di umidità (100%). I dati forniti dai costruttori quantificano i risparmi (macello da 350 suini /ora) in un 20% di energia elettrica e di energia termica e in circa il 60% dell'acqua per l'operazione di scottatura (40-65 l/t di carcassa) rispetto al sistema tradizionale

Applicabilità - In tutte le nuove linee di macellazione ovvero in caso di modifiche sostanziali.

Aspetti economici. - Costoso come investimento, ma con un favorevole periodo di tempo di ritorno dell'investimento economico (risparmio energetico).

Depilazione dei suini - Ricircolo delle acque di lavaggio prima della scottatura.

Le macchine che provvedono al lavaggio dei maiali prima della scottatura (nel caso di scottatura a aria umida) hanno diverse sezioni; se per ogni sezione si provvede alla raccolta separata dell'acqua, questa può essere filtrata e riciclata in controcorrente nella sezione precedente ottenendo un consistente risparmio di acqua.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - L'acqua viene in media ricircolata 3 volte e quindi si ottiene un risparmio del 67%.

Applicabilità - In tutte le linee di macellazione dove i suini sono lavati prima della scottatura. E' necessaria l'autorizzazione del veterinario.

Aspetti economici. - Costo dell'impianto da 12000 a 15000 €.

Depilazione dei suini - Ricircolo delle acque di scottatura all'interno della stessa macchina depilatrice.

Nelle nuove macchine depilatrici, i suini preventivamente lavati sono scottati a doccia di acqua calda e depilati dall'azione di spazzole; le setole sono asportate dalla stessa acqua di scottatura che si raccoglie sul fondo della macchina dopo di avere lasciato le setole su dei filtri appositi. L'acqua filtrata viene ripresa e inviata ad un serbatoio nel quale si insuffla vapore per riportarla alla temperatura richiesta e quindi riutilizzata nella stessa macchina.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua e di energia.

Effetti incrociati - nessuno, se vengono garantite le dovute attenzioni igieniche.

Dati operativi - Al termine del turno di lavorazione la macchina viene svuotata, lavata e sanificata.

Applicabilità - In tutte le linee di macellazione dove i suini sono lavati prima della scottatura. E' necessaria l'autorizzazione del veterinario.

Depilazione dei suini - Sostituzione delle docce con ugelli orientabili.

La sostituzione delle doccette a erogazione continua di acqua con ugelli orientabili e eventualmente comandati da cellule fotoelettriche (no suino, no getto) in tutte le fasi della linea (lavaggio, depilazione, raffreddamento, raffreddamento e pulizia finale dopo flambatura) permette di ridurre sensibilmente l'acqua utilizzata nella depilatrice.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi . E' stato calcolato un abbassamento del consumo di acqua del 90%. Gli ugelli di diametro inferiore ai 2 mm si intasano facilmente, per cui è necessario che l'acqua sia sotto pressione

Applicabilità - Nei macelli suini

Depilazione dei suini - Installazione di interruttori di erogazione del gas che interrompono l'erogazione in assenza di "carcasse" .

L'alimentazione degli ugelli di flambatura si interrompe a comando se non passa la carcassa (no suino, no gas)

Vantaggi ambientali - Minor consumo di gas.

Effetti incrociati - nessuno.

Applicabilità - Nei macelli suini

Depilazione dei suini - Riutilizzo dell'acqua di raffreddamento dopo flambatura.

L'acqua utilizzata per il lavaggio e il raffreddamento delle "carcasse" dopo la flambatura può essere raccolta e inviata alla vasca di scottatura o alle spazzolatrici.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - E' stato calcolato un abbassamento del consumo di acqua da 1300 a 390 l/t di carcassa).

Applicabilità - Nei macelli suini

Aspetti economici. - Tempo di ritorno dell'investimento economico di circa 6 mesi in un macello danese.

Depilazione dei suini - Riutilizzo dei fumi della macchina flambatrice per il preriscaldamento dell'acqua.

I fumi che escono nella parte alta della flambatrice sono convogliati ad uno scambiatore di calore dove viene preriscaldata ad esempio l'acqua che alimenta la vasca di scottatura o comunque acqua che debba essere riscaldata (lavaggi, ecc.).

Vantaggi ambientali - Minor consumo di energia e parziale riduzione dell'emissione di odore.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - La temperatura dei fumi della flambatrice supera i 900°C e i fumi che escono hanno temperature superiori ai 600 °C. L'utilizzo per riscaldare acqua consente di ottenere importanti riduzioni di consumi energetici.

Applicabilità - Nei macelli suini

Aspetti economici. - Sono riportati dati di tempo di ritorno dell'investimento economico molto discordanti e che vanno valutati caso per caso.

Eviscerazione e sezionamento - Sterilizzazione della sega in una vaschetta con ugelli di acqua calda anziché in bagno di acqua calda corrente.

Le seghe da sterilizzare vengono messe in una vaschetta a getti di acqua a 82°C, che sono azionati alla chiusura della vaschetta.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua e di energia.

Effetti incrociati - nessuno.

Applicabilità - In tutti i macelli

Eviscerazione e sezionamento - Controllo e riduzione allo stretto necessario dell'uso di acqua per la movimentazione dei visceri.

L'acqua deve essere utilizzata nella movimentazione dei visceri solo se e nella quantità necessaria.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua e minor carico organico conseguente al dilavamento inviato in fognatura. Invio del materiale al rendering.

Effetti incrociati - nessuno.

Applicabilità - In tutti i macelli

Eviscerazione e sezionamento - Prima lavorazione di sottoprodotti della macellazione fatte all'interno dei macelli

Molti macelli provvedono all'allontanamento di tutti i sottoprodotti, mentre altri provvedono ad alcune operazioni di prima lavorazione per avere un materiale di maggior valore da destinare al rendering.

Eviscerazione e sezionamento - Svuotamento a secco degli stomaci e dei visceri.

Lo svuotamento degli stomaci e degli intestini permette di estrarre materiale di scarto da inviare ad un impianto di digestione anaerobica o al compostaggio. In questo caso l'impiego di macchine che effettuano lo svuotamento a secco anziché per dilavamento con acqua sono sicuramente da preferire.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua. Minor volume di effluenti e minor concentrazione di materiale organico in essi. Maggior rendimento degli impianti di digestione e compostaggio per l'arrivo di materiale con un minor contenuto di acqua. Ricupero di materiale vendibile (trippa, trippini, budelli, materiale per pet foods)

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - Modifica sostanziale o sostituzione delle macchine a lavaggio. Ogni macchina è dedicata ad un tipo di sottoprodotto

Applicabilità - In tutti i macelli, con le limitazioni per i macelli bovini legate al controllo della BSE.

Aspetti economici. Il costo di una macchina per lo svuotamento degli stomaci è di circa 28000 €.

Eviscerazione e sezionamento - Riduzione del consumo di acqua nel caso di lavaggio e trasporto degli intestini con acqua .

Il lavaggio esterno, l'allontanamento e il trasporto dei visceri dei maiali può essere fatto con acqua. In questo caso sono da preferire ugelli sottopressione nei quali l'erogazione di acqua sia comandata da fotocellula .

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua.

Effetti incrociati - nessuno.

Applicabilità - In tutti i macelli suini dove gli intestini sono allontanati e lavati con acqua.

Aspetti economici. Tempo di ritorno dell'investimento economico di circa 6 mesi

Eviscerazione e sezionamento - Trattamento mediante DAF (Dissolved air flotator) delle acque di lavaggio degli intestini.

Il grasso contenuto negli effluenti idrici di un macello deriva in massima parte dalle acque di lavaggio dei visceri. In considerazione di questo fatto è opportuno sezionare la parte di fognatura di questi locali e sottoporla a trattamento di separazione del grasso,

evitando di dovere poi sottoporre a flottazione l'intero effluente del macello. Oltre al grasso si separano proteine e anche materiale minerale indigerito .

Vantaggi ambientali - Minor carico inquinante in arrivo all'impianto di trattamento finale. Possibilità di ricupero del grasso.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - Si considera un'estrazione di circa 4,5 kg di grasso/t di carcassa

Applicabilità - In tutti i macelli suini dove gli intestini sono allontanati e lavati con acqua.

Aspetti economici. Un impianto DAF in acciaio inox delle dimensioni sufficienti per trattare volumi inferiori ai 5 mc/h costa 35000 - 40000 € . Il flottatore che debba trattare tutto il liquame del macello costa proporzionalmente di più, consuma più energia e più flocculanti chimici e produce un materiale di risulta meno commerciabile.

Eviscerazione e sezionamento - Stoccaggio a medie temperature delle pelli bovine e ovine e lavorazione immediata (8 - 12 ore).

Se la lavorazione è effettuata entro 8-12 ore è possibile mantenere le pelli a 15 - 18 °C, anziché trattarle con sale e mantenerle a basse temperature.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di sale e minor immissione di esso negli effluenti nel successivo lavaggio in conceria. Minor consumo energetico per l'eliminazione della fase di congelamento e stoccaggio successivo.

Effetti incrociati - Nel caso di lavorazione immediata è stato riscontrato un uso più consistente di prodotti bateriostatici o battericidi per ridurre la velocità di crescita microbica

Dati operativi - Le pelli vengono stese a raffreddarsi su un pavimento di marmo o raffreddate per immersione in acqua. La possibilità di lavorazione entro il tempo indicato è limitato da fattori logistici e organizzativi.

Applicabilità - In tutti i macelli bovini e ovini dove esiste un'idonea possibilità di consegna alla conceria entro il tempo indicato.

Aspetti economici. Si risparmia sale, energia per il congelamento e si introducono economie nel trasporto di materiale non refrigerato.

Eviscerazione e sezionamento - Salatura in zangola di pelli di ovini macellati.

Le pelli di ovini macellati possono essere salate in una zangola.

Vantaggi ambientali - Non si richiede acqua per il raffreddamento. Minor consumo di sale (30 - 50%) per un più completo utilizzo e minor immissione di esso negli effluenti nel successivo lavaggio in conceria. Minor consumo energetico per l'eliminazione della fase di congelamento.

Effetti incrociati - Nel caso di lavorazione immediata è stato riscontrato un uso più consistente di prodotti bateriostatici o battericidi (acido borico, etc.) per ridurre la velocità di crescita microbica

Dati operativi - Le pelli vengono stese a raffreddarsi su un pavimento di marmo o raffreddate per immersione in acqua. La possibilità di lavorazione entro il tempo indicato è limitato da fattori logistici e organizzativi.

Applicabilità - In tutti i macelli bovini e ovini dove esiste un'idonea possibilità di consegna alla conceria entro il tempo indicato.

Aspetti economici. Si risparmia sale, energia per il congelamento e si introducono economie nel trasporto di materiale non refrigerato.

Macellazione di pollame

Macellazione – Applicazione di sistemi di abbattimento polveri nelle stazioni di arrivo, scarico e sospensione degli animali

In alcune esperienze europee è stata segnalata la criticità delle operazioni di ricevimento, scarico e sospensione degli animali ancora vivi in relazione al problema delle polveri. Si può ottenere con una ventilazione forzata delle stazioni collettata verso filtri in tessuto, verso lavaggi ad umido, o setacci metallici lavabili.

Vantaggi ambientali – Ridotte emissioni di polveri.

Effetti incrociati – Produzione di rifiuti, consumi di acqua nei lavaggi.

Dati operativi – Con i filtri a tessuto si può ridurre a 5 mg/Nm^3 la concentrazione di polveri contro concentrazioni nell'ordine del grammo/Nm^3. Con lavaggi ad umido si ottengono efficienze tra 50% e 90%.

Applicabilità - In tutti i macelli avicoli.

Aspetti economici. – Costo dell'installazione e costo operativo di gestione dei filtri, da valutare caso per caso.

Macellazione – Riduzione del consumo di acqua nei macelli di pollame eliminando tutti i dispositivi di lavaggio "carcasse" in linea eccetto dopo la spennatura ed eviscerazione

Si tratta dell'applicazione al caso specifico dei macelli di pollame del requisito generale di riduzione dei consumi di acqua.

Vantaggi ambientali - Minor consumo d'acqua.

Effetti incrociati – Nessuno.

Applicabilità - In tutti i macelli avicoli.

Aspetti economici. - Da valutare caso per caso

Macellazione - Scottatura a vapore

Gli animali vengono scottati appesi per passaggio in un tunnel a vapore.

Vantaggi ambientali - Minor consumo d'acqua e di energia almeno del 25% rispetto ad una scottatura per immersione in acqua calda.

Effetti incrociati - Nessuno

Applicabilità - In tutti i macelli avicoli di nuova installazione ovvero in caso di modifiche sostanziali.

Aspetti economici. - Costoso come investimento, ma con un favorevole tempo di ritorno dell'investimento economico (risparmio energetico e di acqua)

Macellazione - Isolamento e copertura delle tradizionali vasche ad acqua calda.

La vasca di scottatura in acqua può essere isolata termicamente.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di energia. Si riduce la necessità di ventilazione per eliminare la nebbia e quindi si ha anche un minor consumo energetico. Si riducono i cattivi odori nell'ambiente di lavoro.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi - Sono riportati in letteratura dati di un risparmio energetico di 0,5 kWh/m^2 di superficie laterale della vasca.

Applicabilità - In tutti i macelli avicoli di nuova installazione e negli esistenti quando venga sostituita la vasca di scottatura.

Aspetti economici. - Tempo di ritorno dell'investimento economico decisamente lungo (10 anni)

Macellazione - Sostituzione delle docce con ugelli orientabili nelle macchine spennatrici.

La sostituzione delle doccette a erogazione continua di acqua con ugelli orientabili nelle spennatrici e nelle successive macchine di lavaggio del pollame spennato permette di ridurre sensibilmente l'acqua utilizzata.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua.

Effetti incrociati - nessuno.

Dati operativi. Gli ugelli di diametro inferiore ai 2 mm si intasano facilmente, per cui è necessario che l'acqua sia sotto pressione. Si ottiene anche una maggior efficacia del lavaggio

Applicabilità - Nei macelli avicoli

Macellazione - Impiego di acqua di ricicolo per l'allontanamento delle piume dalla spennatrice e l'invio al filtro.

Le piume e le penne raccolte al fondo della spennatrice vengono allontanate con acqua e inviate ad un filtro di drenaggio. L'acqua filtrata può essere ricircolata o, per questo uso può essere utilizzata altra acqua già utilizzata per altri scopi.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua.

Effetti incrociati - nessuno.

Applicabilità - Nei macelli avicoli

Eviscerazione - Ottimizzazione delle docce di lavaggio (tipo e numero).

Una linea di eviscerazione con 32 doccette consuma 600 l/h. Si può ottenere una uguale efficacia di lavaggio con teste delle docce a ugelli che consumano meno acqua; anche il numero delle doccette può essere ridotto.

Vantaggi ambientali - Minor consumo di acqua e minor carico organico in arrivo al depuratore.

Effetti incrociati - la raccolta e l'invio (pneumatico) dei diversi tipi di sottoprodotti ai tank di raccolta richiede un maggior consumo energetico.

Applicabilità - In tutti i macelli avicoli

Eliminazione di sottoprodotti animali

Raccolta in continuo e differenziata dei diversi tipi di sottoprodotti (da iniziare naturalmente nei macelli)

E' opportuno che i differenti tipi di sottoprodotti siano separati all'interno dei macelli e raggiungano lo (o gli) stabilimenti di lavorazione in modo differenziato e vengano così stoccati per la lavorazione.

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua e minor carico inquinante organico immesso nei reflui da inviare al trattamento. Possibile utilizzo agronomico del materiale separato meccanicamente.

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - maggior grado di utilizzo dei sottoprodotti, in particolare di quelli di maggior valore merceologico.

Applicabilità - In tutte le installazioni (macelli e impianti di lavorazione sottoprodotti).

Aspetti economici. Da valutarsi nello specifico. Una tramoggia di raccolta costa circa 300 € al metro e una pompa 3000 - 4000 €.

Stoccaggio temporaneo, movimentazione e invio alle linee di lavorazione dei sottoprodotti da effettuare in contenitori e tunnel chiusi.

I sottoprodotti dovrebbero arrivare in contenitori chiusi o almeno coperti ed essere poi inviati direttamente alla lavorazione mediante trasporto in tunnel, tubazioni chiuse e mantenute in aspirazione .

Vantaggi ambientali - Riduzione del rischio di emissioni di odori sgradevoli e molesti.

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - L'aria estratta dai tunnel deve essere inviata all'incenerimento o ad un impianto di abbattimento degli odori.

Applicabilità - In tutte le installazioni di lavorazione sottoprodotti nei quali sia possibile operare in ambienti isolati dall'esterno.

Aspetti economici. Da valutarsi nello specifico.

Installazioni per la lavorazione dei corpi interi o parti di animale in generale

Raccolta in continuo e differenziata dei diversi tipi di sottoprodotti

E' opportuno che i differenti tipi di sottoprodotti siano separati all'interno degli stabilimenti di lavorazione in modo differenziato e vengano così stoccati per la lavorazione.

Vantaggi ambientali - Riduzione del consumo di acqua e minor carico inquinante organico immesso nei reflui da inviare al trattamento. Possibile riutilizzo del materiale separato meccanicamente grazie ad una ridotta contaminazione incrociata tra le diverse tipologie di prodotti.

Effetti incrociati - nessuno

Dati operativi - maggior grado di utilizzo dei sottoprodotti, in particolare di quelli di maggior valore merceologico.

Applicabilità - In tutti gli impianti di lavorazione dei sottoprodotti.

Aspetti economici - Da valutarsi nello specifico. Una tramoggia di raccolta costa circa 300 € al metro e un sistema di pompaggio altri 3000 - 4000 €.

Utilizzo di aree di stoccaggio, movimentazione e carico isolate

I sottoprodotti possono essere stoccati in tramogge che possono essere abbinate con sistemi di trasferimento e movimentazione completamente chiusi. Le aree di stoccaggio possono anche in questo caso essere mantenute in depressione convogliando l'aria estratta ad un sistema di abbattimento degli odori od ad una sezione di incenerimento dove poter essere utilizzata come aria di combustione. La durata del periodo di stoccaggio dovrebbe essere ridotta al minimo al fine di contenere gli effetti indesiderati.

Vantaggi ambientali - Riduzione del rischio di emissioni di odori sgradevoli e molesti e del rischio biologico.

Effetti incrociati - Nessuno.

Dati operativi - Alcune sezioni di impianto potrebbero dover essere modificate al fine di realizzare le condizioni di isolamento.

Applicabilità - In tutte le installazioni di lavorazione sottoprodotti nei quali sia rilevante il rischio di emissioni maleodoranti o di proliferazione di parassiti.

Aspetti economici - Da valutarsi nello specifico. Nel caso della sezione di cario impianti di incenerimento, la realizzazione dell'isolamento non comporta grossi investimenti.

Utilizzo di materie prime fresche o conservate refrigerate

L'utilizzo di materie prime fresche consente di ridurre l'impatto ambientale del processo produttivo, sia per i reflui di natura liquida che per le emissioni in atmosfera. In alternativa la pratica dello stoccaggio refrigerato delle materie prime può conseguire analoghi risultati. La sua applicazione può essere effettuata sia ai macelli che nel trasporto e nello stoccaggio nell'impianto di lavorazione dei sottoprodotti.

Vantaggi ambientali - Riduzione del carico inquinante nelle acque reflue in termini di COD, BOD, solidi sospesi, nitrati e fosfati. Riduzione delle emissioni di odori molesti dalle fasi di stoccaggio e di lavorazione.

Effetti incrociati - consumi energetici associati alla refrigerazione.

Dati operativi - La necessità dello stoccaggio refrigerato và valutata nella specifica condizione locale. Ad esempio la presenza di notevoli distanze tra l'impianto di macellazione e quello di lavorazione dei sottoprodotti o la presenza di elevate temperature ambientali (stagionali o meno) possono condurre all'adozione di tale tecnica.

Applicabilità - In tutte le installazioni di lavorazione sottoprodotti nei quali sia rilevante il rischio di emissioni maleodoranti e non sia possibile prevenirlo con altre metodologie.

Aspetti economici - Da valutarsi nello specifico.

Trattamento a mezzo biofiltrazione di gas, a bassa concentrazione di composti maleodoranti, utilizzati o prodotti nel corso della lavorazione

L'utilizzo di un trattamento di biofiltrazione può condurre ad una riduzione del contenuto di sostanze odorigene provenienti dalle lavorazioni. L'impianto prevede essenzialmente un sistema di aspirazione e convogliamento dell'aria da trattare ed un sistema di supporto delle flore batteriche responsabili della depurazione. Per l'efficacia del trattamento è necessario che l'umidità dell'aria si mantenga in un determinato intervallo, per cui potrebbe essere necessario un sistema di umidificazione preventiva.

Vantaggi ambientali – Riduzione dell'emissione di odori.

Effetti incrociati – il biofiltro può essere esso stesso una sorgente di emissione sia di sostanze odorigene che di N2O. Il letto del biofiltro esausto pone problemi di smaltimento. Consumi energetici e problemi di rumore legati ai sistemi di ventilazione. Per l'umidificazione dell'aria da trattare deve essere previsto un sistema dedicato con consumi di acqua. Eventuale rilascio liquidi dal letto filtrante costituiscono acque inquinate da avviare al trattamento.

Dati operativi – Le superfici filtranti dipendono dalla portata di aria trattata. Un valore di prima stima è di circa 50 m2 per tonnellata/ora di aria da trattare. L'efficienza di rimozione delle sostanze maleodoranti dipende dalle condizioni operative e dalle caratteristiche dell'aria da trattare. Sono riportati valori dal 90 sino ad oltre il 99%. Come supporto del biofiltro possono essere utilizzati diversi materiali (argille espanse, supporti plastici etc..)

Applicabilità – L'operatività del biofiltro è legata alle caratteristiche del gas da trattare. In presenza di concentrazioni elevate l'efficienza può risultare ridotta anche a causa di fenomeni di inibizione. Per tale motivo è adatto per trattare grossi volumi di gas a basse concentrazioni e con ridotte fluttuazioni.

Aspetti economici – I costi di investimento dipendono dalle dimensioni dell'impianto. Un esempio relativo ad un impianto per il trattamento di 1000 Nm3/h indica un costo di investimento di 5000-20000 euro..

Impianti di fusione del grasso

Non ci sono BAT aggiuntive a quelle riportate in generale nei paragrafi precedenti.

Impianti di fusione dei sottoprodottii animali (rendering)

Oltre alle BAT indicate per gli impianti di lavorazione dei corpi interi o parti di animale in generale, si applicano anche le seguenti tecniche specifiche.

Utilizzo di linee di processo isolate.

Tutta la linea di processo, incluso il convogliamento dei gas di processo e delle acque reflue viene realizzato in apparecchiature completamente isolate dall'ambiente esterno al fine di ridurre i rischi di fuoriuscite.

Vantaggi ambientali - Riduzione delle emissioni e delle fuoriuscite di liquidi e di solidi dalla linea di processo.

Effetti incrociati - nessuno.

Applicabilità - Applicabile in tutti gli impianti di rendering.

Aspetti economici - I costi di investimento sono limitati.

Riduzione della pezzatura delle alimentazioni al processo.

La riduzione delle dimensioni delle parti di "carcasse" animali alimentate al processo ha come effetto un incremento dell'efficienza complessiva. Le dimensioni adottabili sono funzione delle successive lavorazioni e variano in genere tra 20 e 150 mm.

Vantaggi ambientali - Riduzione dei consumi energetici per le lavorazioni.

Effetti incrociati - Consumi energetici legati alla fase di sezionamento.

Dati operativi - Le apparecchiature utilizzate per il sezionamento sono particolarmente soggette a malfunzionamenti e richiedono una frequente manutenzione.

Applicabilità - Applicabile in tutti gli impianti di rendering che trattano parti animali solide.

Disidratazione preliminare del sangue a mezzo coagulazione.

La coagulazione del sangue per mezzo di iniezione diretta di vapore consente di effettuare una prima separazione grossolana della fase acquosa presente (circa 80% in peso del totale) consentendo notevoli risparmi energetici nelle operazioni successive.

Vantaggi ambientali - Riduzione dei consumi energetici.

Effetti incrociati - Formazione di composti maleodoranti quali ammoniaca, ammine e composti solforati.

Dati operativi - Il risparmio energetico può arrivare fino al 50% in funzione del tipo di essiccatore utilizzato. Si passa da 700-800 kWh a 350-400 kWh per tonnellata di sangue trattato. La produzione di acque reflue da inviare a trattamento ammonta a circa 2000 litri per tonnellata di sangue trattato con un carico inquinante dell'ordine di 5-6 kg di BOD, 0.6-0.8 kg di azoto e 0.2-0.25 kg di fosforo, sempre per tonnellata di sangue trattato.

Applicabilità – La tecnica è utilizzabile anche a valle del trattamento di macellazione.

Aspetti economici - Per piccole portate di sangue trattato, il risparmio energetico non bilancia i costi da sostenere.

Utilizzo di evaporatori a singolo effetto

L'evaporazione a singolo effetto può essere applicata in diverse sezioni di impianto, quali ad esempio la fusione dei grassi o la produzione di gelatine, per realizzare in maniera efficace la riduzione del contenuto di acqua della materia prima. Gli evaporatori a bassa pressione consentono di ridurre la temperatura di lavoro riducendo i rischi di degradazione della materia prima.

Vantaggi ambientali - Riduzione dei consumi energetici.

Effetti incrociati - Nessuno.

Dati operativi - L'efficienza conseguibile nell'applicazione della tecnologia dipende, oltre che dalle condizione operative adottate nell'evaporatore, dalla tipologia di apparecchiature utilizzate (evaporatori incamiciati, a fascio tubero, a film cadente)

Applicabilità - Applicabile negli impianti di fusione dei grassi, di produzione di gelatina e di alimenti per ittiocoltura.

Utilizzo di evaporatori a multiplo effetto

L'evaporazione a multiplo effetto può essere applicata in diverse sezioni di impianto, quali ad esempio la fusione dei grassi o la produzione di gelatine, per realizzare in maniera efficace la riduzione del contenuto di acqua della materia prima. La tecnica consente di ottimizzare lo scambio termico per mezzo della diminuzione della pressione operativa nei successivi effetti.

Vantaggi ambientali - Riduzione dei consumi energetici.

Effetti incrociati - Nessuno.

Dati operativi - L'efficienza conseguibile nell'applicazione della tecnologia dipende, oltre che dalle condizione operative adottate nei vari evaporatori, dalla tipologia di apparecchiature utilizzate (evaporatori incamiciati, a fascio tubero, a film cadente)

Applicabilità - Applicabile negli impianti di fusione dei grassi, di produzione di gelatina e di alimenti per itticoltura.

Aspetti economici - I costi di investimento sono più elevati rispetto alle tecnologie tradizionali e rendono la tecnologia applicabile per impianti di grandi potenzialità (superiore a 50000 – 100000 tonnellate/anno).

Nel caso di presenza di sostanze odorigene in gas non condensabili provenienti dalle lavorazioni, combustione degli stessi in caldaia.

I gas non condensabili provenienti dalla condensazione dei vapori prodotti dal processo, e contenenti sostanze odorigene possono essere inviati a combustione all'interno di caldaie esistenti nell'impianto.

Vantaggi ambientali - Riduzione delle emissione di odori.

Effetti incrociati – Leggero incremento dei consumi di combustibile per la riduzione dell'efficienza di combustione. La caldaia deve essere mantenuta sempre in operazione al fine di assicurare la combustione dei gas.

Dati operativi – Necessario un controllo di portata sui gas inviati alla combustione al fine di garantire i corretti parametri operativi.

Applicabilità - Applicabile per gas di portata ridotta ed elevata concentrazione di sostanze odorigene e qualora sia presente già una caldaia compatibile con il trattamento (combustione di gas corrosivi e riduzione dell'efficienza di combustione).

Aspetti economici – I costi operativi dipendono fortemente dalla tipologia impiantistica adottata.

Nel caso di presenza di sostanze odorigene sia in gas non condensabili provenienti dalle lavorazioni che in altre fonti, combustione di entrambi in un reattore di ossidazione.

In questo caso la combustione viene condotta ad elevate temperature (superiori ad 850 °C) con tempi di residenza controllati. Di solito l'impianto è abbinato ad un sistema di recupero termico per mezzo di produzione di vapore e di preriscaldo dell'aria in ingresso.

Vantaggi ambientali - Riduzione dell'emissione di odori da gas sia con basse che con alte concentrazioni. Riduzione del carico al sistema di trattamento delle acque reflue.

Effetti incrociati – Produzione di CO2, di NOx e, in funzione del combustibile utilizzato, anche SOx.

Dati operativi - L'efficienza conseguibile nell'applicazione della tecnologia dipende, dalle condizioni operative applicate e può raggiungere teoricamente il 100%. L'utilizzo di un sistema di controllo di processo dedicato contribuisce all'ottimizzazione delle condizioni di combustione con riduzione delle emissioni in atmosfera.

Applicabilità - Applicabile negli impianti di rendering tradizionale quando non siano già utilizzati sistemi di recupero energetico nel processo.

Aspetti economici – I costi di investimento sono rilevanti ed andrebbero valutati nella specifica realtà aziendale.

Impianti di produzione di farine e di oli di pesce

Utilizzo di materia prima fresca a basso contenuto di azoto totale volatile.

Le condizioni di fermentazione anaerobica che possono instaurarsi nello staccaggio del pesce, possono causare la formazione di un gran numero di composti odorigeni quali NH_3, Trimetilammina, mercaptani, H_2S, organici volatili

Vantaggi ambientali - Riduzione del contenuto di azoto e di solfuri e conseguente riduzione degli odori prodotti nelle fasi di stoccaggio, lavorazione e trattamento acque reflue..

Effetti incrociati - Nessuno.

Dati operativi – L'emissione di odori dipende da vari fattori, tra i quali la temperatura ed il tempo di stoccaggio. Studi hanno evidenziato un raddoppio della concentrazione di TVN (azoto totale volatile) per ogni 6 °C di incremento di temperatura di stoccaggio.

Applicabilità – In tutti gli impianti per la produzione di oli e di farine di pesce.

Aspetti economici – L'utilizzo di materia prima a ridotto contenuto di TVN, conduce ad un prodotto di qualità migliore con un vantaggio economico..

Impianti di trattamento del sangue per la produzione di plasma e piastrine.

Concentrazione preliminare del plasma per mezzo di osmosi inversa.

La concentrazione in solidi del plasma, circa l'8%, può essere portata con un trattamento di osmosi inversa, fino a 24-28%.

Vantaggi ambientali - Riduzione dei consumi energetici nella fase successiva di disidratazione.

Effetti incrociati – Consumi per l'operazione di osmosi inversa.

Dati operativi – Il processo può rimuovere fino al 75% dell'acqua presente inizialmente nel plasma. Problemi di manutenzione delle membrane.

Applicabilità – A qualsiasi plasma.

Aspetti economici – Il costo totale di disidratazione del sangue si riduce. La manutenzione delle membrane è piuttosto costosa..

Concentrazione preliminare del plasma per mezzo di evaporazione sotto vuoto.

Vantaggi ambientali - Riduzione dei consumi energetici nella fase successiva di disidratazione.

Effetti incrociati – Fabbisogno di vapore e di acqua di raffreddamento per la condensazione dell'evaporato.

Dati operativi – Il processo può rimuovere fino al 75% dell'acqua presente inizialmente nel plasma.

Applicabilità – A qualsiasi plasma.

Aspetti economici – Il costo totale di disidratazione del sangue si riduce fino 75%.

Disidratazione preliminare del sangue a mezzo coagulazione.

La coagulazione del sangue per mezzo di iniezione diretta di vapore consente di effettuare una prima separazione grossolana della fase acquosa presente (circa 80% in peso del totale) consentendo notevoli risparmi energetici nelle operazioni successive.

Vantaggi ambientali - Riduzione dei consumi energetici.

Effetti incrociati - Formazione di composti maleodoranti quali ammoniaca, ammine e composti solforati.

Dati operativi - Il risparmio energetico può arrivare fino al 50% in funzione del tipo di essiccatore utilizzato. Si passa da 700-800 kWh a 350-400 kWh per tonnellata di sangue trattato. La produzione di acque reflue da inviare a trattamento ammonta a circa

2000 litri per tonnellata di sangue trattato con un carico inquinante dell'ordine di 5-6 kg di BOD, 0.6-0.8 kg di azoto e 0.2-0.25 kg di fosforo, sempre per tonnellata di sangue trattato.

Applicabilità – Necessita di avviamento ad una fase successiva di produzione compost o biogas in un impianto autorizzato ai sensi del regolamento 1774/2002.

Aspetti economici - Per piccole portate di sangue trattato, il risparmio energetico non bilancia i costi da sostenere.

Attività di lavorazione delle ossa

Non ci sono BAT specifiche addizionali per gli impianti di lavorazione delle ossa.

Impianti di produzione di gelatine animali

Isolamento delle apparecchiature di sgrassatura delle ossa.

Le apparecchiature di sgrassatura delle ossa disperdono calore verso l'ambiente. Il loro isolamento potrebbe ridurre tali dispersioni.

Vantaggi ambientali - Riduzione dei consumi energetici.

Effetti incrociati - Nessuno.

Applicabilità – In tutti gli impianti di produzione delle gelatine animali.

Impianti di incenerimento di corpi interi, di parti di animale e di farine animali.

Utilizzo di aree di carico, stoccaggio, movimentazione e lavorazione isolate

Le attività di scarico, stoccaggio e movimentazione possono essere effettuate in aree completamente segregate dall'ambiente esterno con porte automatiche bloccabili, ed a prova di insetti, roditori ed uccelli. Al fine di prevenire le problematiche di odori molesti nelle aree di lavorazione, tali edifici possono essere dotati di sistemi di ventilazione forzata con estrattori dotati di filtri in linea riducendo il pericolo di emissione di particolato nell'ambiente esterno. L'aria estratta può essere destinata all'incenerimento al fine di ridurre le emissioni di sostanze odorigene nell'ambiente esterno.

Vantaggi ambientali - Riduzione del rischio di emissioni di odori sgradevoli e molesti e del rischio biologico legato alla presenza di insetti ed altri animali.

Effetti incrociati - Nessuno.

Dati operativi – Lo stoccaggio delle farine animali può comportare problemi di emissione di polveri oltre a fenomeni di impaccamento, nel caso di stoccaggi per lunghi periodi, con difficoltà nell'alimentazione all'incenerimento.

Applicabilità - In tutti gli impianti.

Aspetti economici - Da valutarsi nello specifico.

Pulizia e disinfezione dei mezzi di trasporto e delle apparecchiature di scarico dopo l'utilizzo.

I mezzi di trasporto e le apparecchiature di scarico possono essere lavate e disinfettate una volta svuotate ed al termine di ogni giornata lavorativa, utilizzando soluzioni a base di soda o di ipoclorito di sodio. Le acque reflue così prodotte possono essere smaltite in loco sfruttando l'incenerimento. Il regolamento 1774/2002 stabilisce norme stringenti al riguardo.

Vantaggi ambientali - Riduzione del rischio di emissioni di odori sgradevoli e molesti e della presenza di insetti ed altri animali.

Effetti incrociati – E' necessario prevedere il trattamento delle acque reflue prodotte. Nel caso di utilizzo dell'incenerimento occorre che il processo sia in grado di trattare tali acque che contengono composti clorurati

Dati operativi – Lo stoccaggio delle farine animali può comportare problemi di emissione di polveri oltre a fenomeni di impaccamento, nel caso di stoccaggi per lunghi periodi, con difficoltà nell'alimentazione all'incenerimento.

Riduzione della pezzatura delle alimentazioni al processo.

La riduzione delle dimensioni delle parti di "carcasse" animali alimentate al processo ha come effetto un incremento della superficie esposta alla combustione. Le condizioni di combustione sono facilitate, in particolar modo negli inceneritori che operano con l'alimentazione su letto fluido o sottoposta a movimentazione continua.

Vantaggi ambientali – Il miglioramento delle condizioni di combustione comporta una riduzione delle emissioni di CO, COV, NO_X, diossine e furani. Inoltre la distruzione dei materiali organici è facilitata con un incremento della qualità delle ceneri residue.

Effetti incrociati - Consumi energetici legati alla fase di sezionamento. Possibili problemi di odori nella fase di sezionamento. Necessità di pulizia delle apparecchiature con incremento dei consumi di acqua e di prodotti disinfettanti.

Dati operativi – I dati relativi ad un impianto industriale indicano una pezzatura ideale di circa 30 mm. Le apparecchiature utilizzate per il sezionamento sono particolarmente soggette ad usura e richiedono una frequente manutenzione.

Applicabilità - Applicabile in tutti gli impianti di incenerimento che trattano corpi interi o parti di animale.

Restrizioni sulla tipologia di farine animali incenerite.

Le caratteristiche delle farine in termini di potere calorifico, contenuto di umidità, grassi e distribuzione granulometrica, incidono sulle caratteristiche della combustione. Ponendo delle restrizioni sulle farine da inviare all'incenerimento è possibile limitare la variabilità delle caratteristiche rispetto a quelle dei campioni utilizzati nelle prove di combustione, favorendo quindi la stabilità delle condizioni operative.

Vantaggi ambientali – La stabilità delle condizioni di combustione comporta una riduzione delle emissioni e del consumo di combustibile.

Effetti incrociati - Nessuno.

Applicabilità - Applicabile in tutti gli impianti di incenerimento che trattano farine animali.

Accordi tra l'impianto di co-incenerimento e quello di rendering per la determinazione delle caratteristiche delle farine animali da incenerire.

La determinazione concordata di un intervallo accettabile delle caratteristiche delle farine in termini di potere calorifico, contenuto di umidità, grassi e distribuzione granulometrica consentono di stabilire le condizioni di processo ottimali nella fase di combustione.

Vantaggi ambientali – La stabilità delle condizioni di combustione comporta una riduzione delle emissioni e del consumo di combustibile.

Effetti incrociati - Nessuno.

Applicabilità - Applicabile in tutti gli impianti di incenerimento che trattano farine animali.

Evitare l'incenerimento di materiali contenenti imballaggi con PVC

Evitando l'accettazione di materiali imballati con PVC si consente di ottenere una serie di vantaggi ambientali.

Vantaggi ambientali – Riduzione delle emissioni di acido cloridrico e conseguente riduzione del carico al trattamento fumi.

Effetti incrociati – Nel caso di materiali non imballati possibili formazioni di polveri.

Applicabilità - Applicabile in tutti gli impianti di incenerimento.

Sistemi di carico in continuo all'inceneritore isolati dall'ambiente

Sistemi di caricamento isolati, costituiti da una fase di sminuzzamento preventivo e quindi dal carico vero e proprio, consentono di prevenire ingresso di aria fredda e la fuoriuscita di fumi. Il caricamento, nel caso di farine ad elevato contenuto di umidità, può essere fatto anche a mezzo pompa.

Vantaggi ambientali - Riduzione del rischio di emissioni di odori sgradevoli e molesti. Riduzione dell'ingresso di aria e quindi: potenziale riduzione degli NOx prodotti; riduzione dei consumi di combustibile; aumento della stabilità del processo.

Effetti incrociati – Consumi energetici del sistema di alimentazione.

Applicabilità - In tutti gli impianti di incenerimento che operano in continuo.

Incenerimento delle acque reflue prodotte nell'ambito dell'impianto di incenerimento stesso.

Le acque reflue prodotte nell'ambito dell'impianto e quelle derivanti dal lavaggio dei mezzi di trasporto possono essere smaltite all'interno dell'inceneritore. La componente organica può essere ossidata mentre l'acqua viene evaporata.

Vantaggi ambientali – Distruzione completa della carica patogena delle acque reflue e riduzione del carico inquinante in fogna.

Effetti incrociati – Consumi di combustibile addizionali dovuti al contenuto di umidità addizionale. Nel caso acque contenenti composti clorurati, possibile aumento del contenuto di acido cloridrico nei fumi di combustione.

Dati operativi – Lo stoccaggio delle acque reflue ed il loro dosaggio in continuo consente di minimizzare gli effetti di disturbo sulla combustione, controllando contemporaneamente la temperatura. Questa modalità di smaltimento assicura la completa distruzione dei materiali organici presenti nelle acque, anche in assenza di specifici trattamenti di grigliatura e separazione solido-liquido.

Applicabilità - In tutti gli impianti di incenerimento.

Aspetti economici – Risparmi economici legati alla riduzione od alla eliminazione dell'impianto di trattamento delle acque reflue. Possibile incremento di costi operativi legati all'aumento del consumo di combustibile.

Utilizzo dell'aria proveniente dai locali dell'impianto e dalle apparecchiature come aria di combustione

L'aria estratta dalle zone di stoccaggio, movimentazione e lavorazione può essere destinata all'incenerimento. La quantità di aria che può essere convogliata all'inceneritore dipende dal quantitativo di ossigeno necessario per condurre la combustione nelle condizioni operative desiderate. Nel caso di un fabbisogno di aria inferiore alla portata complessivamente estratta nell'impianto è possibile selezionare le aree prioritarie in funzione della presenza di odori.

Vantaggi ambientali - Riduzione del rischio di emissioni di odori sgradevoli e con la possibilità di prolungare i periodi di stoccaggio.

Effetti incrociati - Nessuno.

Dati operativi – Nel caso di fuori servizio imprevisto dell'inceneritore dovrebbe essere comunque previsto un sistema di evacuazione e trattamento dell'aria estratta. Nel caso di fermata programmata è possibile, in alternativa, pianificare anche una fermata degli stoccaggi e di quelle fasi di lavorazioni con produzione di aria a più elevato contenuto di sostanze odorigene.

Applicabilità - In tutti gli impianti di incenerimento e in quelli di lavorazione dei sottoprodotti animali che prevedono nel sito apparecchiature di combustione.

Aspetti economici - Da valutarsi nello specifico. Gli elementi di costo sono da ricondurre alle canalizzazioni per l'aria estratta ed agli interventi strutturali per assicurare la tenuta degli ambienti e delle apparecchiature interessate.

Sistema di controllo della temperatura di combustione dotato di allarmi ed interbloccato con il sistema di alimentazione del forno.

La presenza di un sistema di controllo della temperatura di combustione è di fondamentale importanza per il corretto smaltimento dei materiali trattati. La presenza di un interblocco con il sistema di caricamento consente di interrompere automaticamente l'alimentazione al forno in caso di anomalie. La presenza di allarmi consente all'operatore di intervenire in maniera tempestiva ripristinando, se possibile, le corrette condizioni operative secondo procedure predeterminate o, in alternativa, avviare la fermata dell'impianto.

Vantaggi ambientali – Il mantenimento delle corrette condizioni di combustione consente di ridurre le emissioni di inquinanti.

Effetti incrociati – L'attività di bruciatori ausiliari può comportare incremento dei consumi di combustibile.

Dati operativi – Il mantenimento di condizioni il più possibile costanti nella camera di combustione riduce le escursioni termiche, riducendo i rischi di danneggiamento dei materiali e la necessità di fermate impreviste.

Applicabilità – Virtualmente in tutti gli impianti di incenerimento.

Aspetti economici – Riduzione dei costi di manutenzione e dei periodi di fuori servizio dell'impianto.

Incenerimento in continuo

La realizzazione del sistema di incenerimento in continuo consente di evitare la ripetizione delle fasi di riscaldamento, incenerimento e raffreddamento, previste negli impianti operanti in modalità discontinua.

Vantaggi ambientali – L'assenza delle fasi di riscaldamento e raffreddamento evita la presenza di forti oscillazioni nelle emissioni, con un migliore funzionamento anche delle fasi di depurazione dei fumi. Anche il consumo di combustibile si riduce. L'esercizio in continuo consente inoltre di accelerare lo smaltimento del materiale riducendo i tempi di stoccaggio con la relativa produzione di odori.

Effetti incrociati – Nessuno, comparato con gli inceneritori operanti in discontinuo.

Dati operativi – L'assenza delle fasi di riscaldamento e di raffreddamento riduce i rischi di danneggiamento dei materiali e la necessità di fermate impreviste.

Applicabilità – Per gli impianti esistenti, dipende dalla disponibilità di materiale da incenerire.

Aspetti economici – Riduzione dei costi di manutenzione.

Post-combustione delle ceneri

La presenza di una fase di post-combustione delle ceneri assicura la completa distruzione della carica patogena residua, la riduzione dei volumi di solidi prodotti e la loro inerzia dal punto di vista biologico per un successivo smaltimento in discarica.

Vantaggi ambientali – Riduzione del rischio biologico.

Effetti incrociati – Nessuno.

Dati operativi – Normalmente prevista negli inceneritori rotativi. La sua effettiva necessità deve essere valutata in funzione dell'efficacia della fase di combustione.

Applicabilità – In tutti gli impianti quando la combustione completa non venga realizzata.

Rimozione in continuo delle ceneri

La rimozione in continuo delle ceneri, effettuata con sistemi a tenuta, consente di utilizzare la camera di combustione per l'incenerimento dell'alimentazione evitando nel contempo l'ingresso di aria durante l'operazione.

Vantaggi ambientali – Riduzione delle emissioni di polveri.

Effetti incrociati – Consumi energetici legati al sistema di rimozione automatizzato.

Dati operativi – La rimozione può essere ad esempio effettuata a mezzo coclea previo raffreddamento delle ceneri.

Applicabilità – In tutti gli impianti continui.

Monitoraggio delle emissioni, incluso un protocollo per il monitoraggio della post-combustione e del rischio biologico nelle ceneri prodotte.

Il sistema di monitoraggio può essere utilizzato per una misura della efficienza ambientale del processo e del rispetto dei limiti di emissione prescritti. Il monitoraggio di un parametro rappresentativo nelle ceneri può anch'esso essere utilizzato per verificare l'efficienza della termodistruzione, in particolare dal punto di vista del rischio biologico.

Vantaggi ambientali – Identificazione rapida di malfunzionamenti nel processo e nei trattamenti depurativi a valle.

Effetti incrociati – Nessuno.

Applicabilità – In tutti gli impianti di incenerimento. Il monitoraggio delle ceneri assume particolare importanza in impianti che trattano materiali a rischio BSE.

Uso di inceneritori a letto fluido bollente.

L'incenerimento in letto fluido bollente può essere applicato a farine animali, a corpi interi ed a parti di animale. L'efficacia del processo è legata alle dimensioni del materiale alimentato e quindi può essere necessario un pretrattamento di macinazione. Il tempo di residenza per i gas combusti viene di solito assicurato in una zona al disopra del letto fluido, piuttosto che in una seconda camera di combustione.

L'alimentazione al forno può essere additivata con un liquido al fine di ottenere la densità adatta al corretto funzionamento del letto di combustione. La fase liquida additivata può essere costituita anche dai reflui liquidi provenienti dall'impianto.

Vantaggi ambientali – Per l'incenerimento di corpi interi e di parti di animale, questa tecnologia previene il ristagno di fasi liquide nel letto di incenerimento rendendo

la combustione migliore e riducendo la quantità di residui al termine del processo. Riduzione delle emissioni di CO e di NOx..
Per l'incenerimento di farine, si ottiene la completa distruzione di tutti i materiali a rischio biologico con una forte riduzione dei consumi di combustibile ausiliario.
Nel caso di utilizzo dei reflui di stabilimento come fluidizzanti dell'alimentazione, si ottiene il vantaggio aggiuntivo della riduzione del carico all'impianto di trattamento acque.
Una parte dei gas acidi prodotti può essere assorbita nel letto fluidizzato che ha caratteristiche alcaline (ceneri di ossa).
Anche per questa tipologia di inceneritori è possibile utilizzare l'aria estratta dalle varie zone dell'impianto e caratterizzata dalla presenza di odori, come aria di combustione.
Per gli impianti di notevoli dimensioni è possibile utilizzare il calore prodotto per la produzione di energia elettrica e/o di vapore e/o di acqua calda necessari all'imp'anto, riducendo il carico alle centrali termiche tradizionali.

Effetti incrociati – Consumi energetici addizionali ed emissioni in atmosfera di SO_2, HCl, NOx e CO in relazione alla fluidizzazione del letto ed alle condizioni operative necessarie per la distruzione delle proteine e del virus della BSE.

Dati operativi – Al fine di ridurre ulteriormente le emissioni di NO_x, SO_x ed HCl può essere additivato del carbonato di calcio all'alimentazione. La presenza nei gas combusti di particolato derivante dal trascinamento comporta la necessità di scambiatori particolarmente progettati in modo da consentire la rimozione periodica ed automatica delle ceneri depositate ed il loro collettamento.

Applicabilità – La tecnologia viene di solito utilizzata per l'incenerimento di farine animali mentre per il trattamento di copri interi o di parti di animale, è necessario un pretrattamento di macinazione.

Uso di inceneritori con letto fluido a circolazione.

In questo caso il materiale che costituisce il letto di combustione circola dal forno vero e proprio al ciclone in uscita che provvede alla separazione dei gas combusti e di gran parte dei solidi presenti. Il gas in uscita viene inviato ai recuperi termici ed ai trattamenti prima dello scarico in atmosfera. Dei solidi separati nel ciclone, una quota parte viene ricircolata alla camera di combustione dove, insieme all'alimentazione fresca, costituisce il letto di combustione. Una quota parte delle ceneri separate nel ciclone viene rimossa. Il controllo della portata in uscita delle ceneri estratte consente di controllare il tempo di residenza. L'alimentazione fresca viene effettuata a mezzo coclea. Tutto il sistema è in tiraggio forzato assicurando l'aria necessaria al completamento della combustione.

Vantaggi ambientali – Distruzione completa delle proteine. Possibilità di produzione di energia e/o vapore e/o acqua calda sfruttando il calore residuo dei fumi di combustione.

Effetti incrociati – Consumi energetici addizionali ed emissioni in atmosfera di SO_2, HCl, NO_x e CO in relazione alla fluidizzazione del letto ed alle condizioni operative necessarie per la distruzione delle proteine e del virus della BSE. .

Dati operativi – Disponibili dati operativi unicamente per prove su impianti in piena scala.

Uso di inceneritori a tamburo rotante.

L'incenerimento in tamburo rotante prevede normalmente la presenza della camera di combustione vera e propria ed una camera di post-combustione, al fine di assicurare la combustione completa del materiale. I forni di questa tipologia hanno una configurazione interna tale da favorire, in concomitanza con la rotazione dell'asse e l'inclinazione presente, un continuo avanzamento dell'alimentazione favorendo l'esposizione alla combustione di tutte le superfici ed evitando il ristagno di liquidi.

Vantaggi ambientali – Possibilità di incenerire contemporaneamente anche reflui liquidi.

Effetti incrociati – Consumi energetici, e relative emissioni in atmosfera, dovuti alla rotazione del forno.

Dati operativi – Particolare importanza riveste la velocità dell'aria nel forno al fine di ridurre le emissioni di polveri in atmosfera. Il tempo di residenza deve essere sufficientemente lungo al fine di ridurre il carico sulla camera di combustione secondaria.

Applicabilità – Utilizzabile per l'incenerimento di corpi interi, di parti di animale e di farine animali..

Aspetti economici – Sono disponibili i dati relativi ad un inceneritore di 0.5 t/h di capacità con un investimento di 2.300.000 euro.

Pulizia e disinfezione periodica delle installazioni e delle apparecchiature.

Una regolare, ad esempio settimanale, ed accurata pulizia e disinfezione delle installazioni e delle apparecchiature riduce i rischi di proliferazione di insetti ed animali e riduce la formazione di odori molesti.

Vantaggi ambientali – Riduzione dell'emissione di sostanze odorigene.

Effetti incrociati – Consumo di detergenti e di disinfettanti.

Dati operativi – Un ciclo di pulizia indicato comprende un primo lavaggio con acqua, poi uno alcalino, un nuovo risciacquo, quindi una disinfezione con una soluzione di ipoclorito al 2% per almeno 1 ora. In altre zone di stoccaggio, movimentazione, macinazione e carico la pulizia delle apparecchiature prima della manutenzione viene effettuata facendo circolare segatura nel sistema provvedendo anche al suo incenerimento finale.

Applicabilità – Utilizzabile potenzialmente in tutte le installazioni. Nel caso di stoccaggio per lunghi periodi di farine animali andranno verificate le modalità e l'utilità della procedura.

Aspetti economici – Relativamente economica rispetto ai risultati ottenibili.

Adozione di tecniche di prevenzione della formazione di odori in caso di fuori servizio dell'inceneritore.

Durante i fuori servizio dell'inceneritore, di solito di maggiore entità per gli impianti che lavorano in batch, sarebbe opportuno adottare misure preventive al fine di evitare la formazione di odori. Nel caso di fermata programmata occorrerà provvedere

all'interruzione della ricezione di materiali da incenerire od al loro stoccaggio refrigerato.
Nel caso di fuori servizio imprevisti, che non vengano risolti in tempi brevi, occorrerà provvedere con altre tecniche di abbattimento (biofiltrazione, lavaggio chimico dell'aria estratta).

Vantaggi ambientali – Riduzione dell'emissione di sostanze odorigene.

Effetti incrociati – Dipende dalla tecnica utilizzata. Ad esempio nel caso di stoccaggio refrigerato si avrà un incremento dei consumi energetici..

Dati operativi – Nel caso di utilizzo di biofiltrazione dell'aria, occorre considerare che in presenza di funzionamento discontinuo si possono verificare significative riduzioni dell'efficienza di trattamento in corrispondenza di picchi di carico e/o di concentrazione delle sostanze odorigene.

Applicabilità – Utilizzabile potenzialmente in tutte le installazioni che trattano materiali putrescibili.

Abbattimento degli odori con filtri a carbone attivo in caso di fuori servizio dell'inceneritore.

L'utilizzo della filtrazione su carbone attivo deve essere valutata in funzione delle portate e delle concentrazioni in gioco. L'utilizzo è di solito relativo a correnti con ridotte concentrazioni di inquinante. Il carbone esausto può, nel caso non sia recuperabile, essere incenerito nel forno distruggendo le sostanze adsorbite.

Vantaggi ambientali – Riduzione dell'emissione di sostanze odorigene.

Effetti incrociati – Consumi energetici relativi alla fase di rigenerazione del carbone.

Dati operativi – Si tratta di una tecnica che ben sopporta differenti condizioni di carico ed è quindi adatta per un funzionamento in discontinuo.

Applicabilità – Utilizzabile potenzialmente in tutte le installazioni che trattano materiali putrescibili.

Impianti per la produzione di biogas

Recuperi energetici durante la produzione di biogas.

E' possibile effettuare un recupero energetico preriscaldando l'alimentazione al digestore a spese del calore del prodotto in uscita.

Vantaggi ambientali – Riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento del digestore.

Effetti incrociati – Nessuno.

Dati operativi – È necessario un riscaldamento a 70 °C per 60 minuti per assicurare la pastorizzazione dell'alimentazione. Per i digestori attualmente in esercizio la temperatura operativa è intorno ai 40 °C.

Applicabilità – In tutti gli impianti di digestione anaerobica.

Impianti di compostaggio

Assicurare sufficiente capacità di drenaggio agli impianti di compostaggio su platea di cemento.

E' necessario minimizzare l'ingresso della pioggia che contribuirebbe ad elevare la quantità di percolato prodotta.
Occorre comunque assicurare tutti gli accorgimenti impiantistici, quali una adeguata pendenza della platea di appoggio ed un sistema di captazione e stoccaggio, per il corretto drenaggio del percolato inevitabilmente formato.
L'utilizzo della platea di cemento, frequentemente in più strati con interposizione di una geo-membrana, consente di assicurare il necessario isolamento tra il compost in lavorazione ed il suolo. Particolare attenzione deve essere dedicata alla realizzazione di giunti elastici che consentano le dilatazioni differenziali della struttura senza formazione di crepe.

Vantaggi ambientali – Prevenzione dell'inquinamento ambientale da parte del percolato. Nel caso di riciclo si minimizza la necessità del trattamento acque.

Effetti incrociati – Nessuno.

Dati operativi – Soprattutto nella prima fase del compostaggio è possibile ricircolare il percolato raccolto. Pendenze dell'ordine di 1:200 sono sufficienti ad assicurare il corretto drenaggio del percolato. L'utilizzo di platee di cemento è particolarmente adatto per grosse volumetrie.

Applicabilità – In tutti gli impianti di compostaggio della tipologia indicata.

F. APPROFONDIMENTO, OVE NECESSARIO, DELLE TECNICHE ANALIZZATE NEI BREF COMUNITARI E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONE DELLE DIVERSE TECNICHE

Nel seguito di questo capitolo il GTR "allevamenti / macelli e carcasse" ha inteso fornire un approfondimento di alcuni aspetti delle tecniche descritte nel BRef comunitario.

Raccolta continua di sottoprodotti secchi e separati tra loro, in combinazione con sistemi di ottimizzazione delle raccolte di gocciolamento e sangue

Si tratta di una tecnica generale applicabile al settore della macellazione. Il GTR ha concordato sull'efficacia della tecnica al fine di ridurre i consumi specifici di acqua nonché sulla migliore lavorabilità dei sottoprodotti mantenuti secchi. Allo stesso tempo sono state valutate potenziali complicazioni derivanti da una superiore complessità del processo e da un maggiore consumo di energia. È opportuno che le aziende nel predisporre la domanda di autorizzazione e le autorità competenti nel valutarla considerino, caso per caso, vantaggi e svantaggi effettivi

Uso di inceneritori con letto fluido a circolazione.

È una tecnica adottabile negli impianti di incenerimento di corpi interi, parti di animale e farine animali. Il GTR ha inteso mantenere questa tecnica tra le migliori disponibili, ritenendola certamente oggi adottabile con profitto, ma non è a conoscenza di applicazioni significative nella realtà nazionale.

Adozione di tecniche di prevenzione della formazione di odori in caso di fuori servizio dell'inceneritore.

È opportuno segnalare come si tratti di tecniche che possono essere adottate solo in occasione di fuori servizio, programmati piuttosto che incidentali, che abbiano come conseguenza un lungo arresto dell'inceneritore e la necessità di trattare l'aria aspirata dai locali, normalmente inviata ad incenerimento, prima del suo rilascio all'esterno.

G. IDENTIFICAZIONE DI EVENTUALI TECNICHE ALTERNATIVE E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONE DI TALI TECNICHE

Impianti di lavorazione delle ossa

Il BRef comunitario non segnala tecniche specifiche (in aggiunta a quelle generali sempre valide) per questo specifico tipo di impianto. In Italia è diffusa la pratica della frantumazione e sminuzzamento delle ossa prima del loro trasporto. Ancorché non fondamentale dal punto di vista della minimizzazione dell'impatto ambientale diretto nel macello o nell'impianto di trattamento, questa tecnica consente un incremento significativo del fattore di carico dei contenitori per la movimentazione e degli automezzi per il trasporto, con un conseguente beneficio ambientale indiretto legato alla riduzione della domanda di "movimentazione specifica" ed al conseguente risparmio energetico.

H. DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN ITALIA

H1. Macellazione

H1.1 Tutti gli stabilimenti di macellazione e di lavorazione dei sottoprodotti della macellazione

1. Attivare un preciso programma di gestione ambientale (EMAS, ISO 14001 o aziendale ma basato sugli stessi principi dei modelli citati).
2. Attivare un corrispondente programma di addestramento e sensibilizzazione del personale.
3. Utilizzare un programma di manutenzione stabilito.
4. Immagazzinamento breve dei sottoprodotti animali e possibilmente loro refrigerazione.
5. Attivare un sistema di monitoraggio e misurazione dei consumi di acqua.
6. Separare delle acque di processo dalle altre.
7. Eliminare i rubinetti a scorrimento e provvedere alla periodica sostituzione delle guarnizioni di tenuta in rubinetteria, servizi igienici, ecc.
8. Effettuare la prima pulizia a secco degli impianti con successivo lavaggio con idropulitrici a pressione dotate di ugelli con comandi a pistola e applicazione alle caditoie sui pavimenti trappole amovibili per la separazione dei solidi.
9. Riduzione dei consumi di acqua – Progettazione e costruzione dei veicoli e delle attrezzature di carico e scarico in modo che siano facilmente pulibili.
10. Controllo degli odori attraverso un trasporto di sottoprodotti in contenitori chiusi, la chiusura delle zone di scarico dei sottoprodotti, l'installazione di porte autochiudenti dei reparti di lavorazione ed il lavaggio frequente delle aree di stoccaggio.
11. Controllo del rumore
12. Controllo delle emissioni gassose con la sostituzione, se possibile, della nafta con gas naturale per il funzionamento degli impianti di generazione del calore.
13. Controllo delle quantità di acqua e di detergenti impiegati nella pulizia degli impianti e dei locali con opportuna selezione dei detergenti.
14. Evitare, quando possibile i disinfettanti clorurati.
15. Trattamenti chimico - fisici sulle acque di scarico per l'eliminazione dei solidi sospesi e dei grassi.
16. Trattamenti biologici sulle acque di scarico per l'eliminazione di BOD, COD.
17. Trattamenti sulle acque di scarico per l'eliminazione di N e P.

H1.2 Tutti gli stabilimenti di macellazione, in aggiunta a quanto previsto al precedente punto

1. Effettuare la pulizia a secco dei mezzi di trasporto degli animali vivi (bovini e pollame) prima del lavaggio, con un successivo lavaggio dei mezzi di trasporto con getti d'acqua a pressione comandati da pistola.
2. Raccolta continua di sottoprodotti secchi e separati tra loro, in combinazione con sistemi di ottimizzazione delle raccolte di gocciolamento e sangue.
3. Effettuare la prima pulizia a secco dei pavimenti delle sale di macellazione e sezionamento.
4. Disattivare tutti i rubinetti non necessari dalla linea di macellazione.
5. Isolamento delle vasche di sterilizzazione dei coltelli.
6. Miglioramento della gestione dell'energia, in generale e negli impianti di refrigerazione in particolare.
7. Controllo e ottimizzazione del circuito dell'aria compressa.
8. Per i nuovi stabilimenti ovvero in caso di modifiche sostanziali prevedere che le macchine installate abbiano un sistema di pulizia Cleaning in place (CIP).

H1.3 Nei macelli di animali di grossa taglia, in aggiunta a quanto previsto ai precedenti punti

1. Interrompere l'alimentazione degli animali almeno 12 ore prima della macellazione.
2. Installare abbeveratoi con apertura comandata dagli animali nella zona di stabulazione.
3. Prevedere temporizzazione della docciatura dei maiali durante la stabulazione.
4. Pulire a secco i pavimenti delle zone di stabulazione e passaggio degli animali seguita dal lavaggio (bovini).
5. Ottimizzare le operazioni di dissanguamento, raccolta stoccaggio del sangue con l'allungamento delle linee di sgocciolamento e l'impiego di spatole per la raccolta periodica del sangue sulle tramogge.
6. Applicare un sistema di controllo automatico del livello delle vasche di scottatura.
7. Compatibilmente con le indicazioni veterinarie, effettuare il ricircolo delle acque di lavaggio prima della scottatura e dell'acqua di raffreddamento dopo flambatura .
8. Nelle nuove linee di macellazione dei suini con scottatura in vasca ovvero in caso di modifiche sostanziali, prevedere l'isolamento e l'eventuale copertura delle vasche ad acqua calda o preferire linee di scottatura a condensazione del vapore (scottatura verticale).
9. Nelle nuove linee di macellazione suini ovvero in caso di modifiche sostanziali, preferire l'installazione di depilatrici a ricircolo interno delle acque.
10. Sostituzione delle docce di lavaggio e depilazione a scorrimento con ugelli orientabili.
11. Installare nella flambatrice interruttori di erogazione del gas che interrompono l'erogazione in assenza di “carcasse”.
12. Nei nuovi stabilimenti ovvero in caso di modifiche sostanziali prevedere la possibilità di riutilizzare i fumi della macchina flambatrice per il preriscaldamento dell'acqua.

13. Sterilizzare la sega di sezionamento in una vaschetta con ugelli di acqua calda anziché in bagno di acqua calda corrente.
14. Svuotamento a secco degli stomaci e dei visceri.
15. Controllo e riduzione allo stretto necessario dell'uso di acqua per la movimentazione dei visceri e nel caso di lavaggio e trasporto degli intestini con acqua, con eventuale trattamento mediante DAF (Dissolved air flotator) degli effluenti di queste operazioni.
16. Nei macelli bovini e ovini dove esiste la possibilità di consegna alla conceria e lavorazione delle pelli entro 8 - 12 ore prevedere lo stoccaggio a medie temperature delle pelli.
17. Valutare la possibilità di effettuare la salatura in zangola di pelli di ovini macellati.

H1.4 Nei macelli di pollame, in aggiunta a quanto previsto ai precedenti punti H1.1 e H1.2

1. Macellazione – Applicazione di sistemi di abbattimento polveri nelle stazioni di arrivo, scarico e sospensione degli animali
2. Macellazione – Riduzione del consumo di acqua nei macelli di pollame eliminando tutti i dispositivi di lavaggio “carcasse” in linea eccetto dopo la spennatura ed eviscerazione
3. Isolare e eventualmente coprire le vasche di scottatura ad acqua calda e valutare, nel caso di nuove installazioni o di modifiche complete di linea la possibilità di passare alla scottatura a vapore.
4. Sostituzione delle docce con ugelli orientabili nelle macchine spennatrici.
5. Impiego di acqua di ricicolo per l'allontanamento delle piume dalla spennatrice e l'invio al filtro.
6. Ottimizzazione delle docce di lavaggio (tipo e numero).

H1.5 Nelle installazioni di lavorazione dei sottoprodotti della macellazione, in aggiunta a quanto previsto ai precedenti punti H1.1 e H1.2

1. Controllo degli odori mediante il trasporto dei sottoprodotti in contenitori chiusi e la chiusura delle zone di scarico dei sottoprodotti con l'adozione di porte autochiudenti in tutti i reparti dello stabilimento di lavorazione dei sottoprodotti e il lavaggio frequente delle aree di stoccaggio dei materiali.
2. Raccolta in continuo e differenziata dei diversi tipi di sottoprodotti (da iniziare naturalmente nei macelli).
3. Stoccaggio temporaneo, movimentazione e invio alle linee di lavorazione dei sottoprodotti da effettuare in contenitori e tunnel chiusi.

H2 Installazioni per la lavorazione dei sottoprodotti

H2.1 Nelle installazioni per la lavorazione dei corpi interi o di parti di animale in generale

1. Raccolta in continuo e differenziata dei diversi tipi di sottoprodotti
2. Utilizzo di aree di stoccaggio, movimentazione e carico isolate
3. Utilizzo di materie prime fresche o conservate refrigerate
4. Trattamento a mezzo biofiltrazione di gas, a bassa concentrazione di composti maleodoranti, utilizzati o prodotti nel corso della lavorazione

H2.2 Negli impianti di fusione dei sottoprodotti animali (rendering) in aggiunta a quanto previsto nel precedente punto H2.1

1. Utilizzo di linee di processo isolate.
2. Riduzione della pezzatura delle alimentazioni al processo.
3. Disidratazione preliminare del sangue a mezzo coagulazione.
4. Utilizzo di evaporatori a singolo effetto
5. Utilizzo di evaporatori a multiplo effetto
6. Nel caso di presenza di sostanze odorigene in gas non condensabili provenienti dalle lavorazioni, combustione degli stessi in caldaia.
7. Nel caso di presenza di sostanze odorigene sia in gas non condensabili provenienti dalle lavorazioni che in altre fonti, combustione di entrambi in un reattore di ossidazione.

H2.3 Impianti di produzione di farine e di oli di pesce in aggiunta a quanto previsto nel precedente punto H2.1

1. Utilizzo di materia prima fresca a basso contenuto di azoto totale volatile.

H2.4 Impianti di trattamento del sangue per la produzione di plasma e piastrine in aggiunta a quanto previsto nel precedente punto H2.1

1. Concentrazione preliminare del plasma per mezzo di osmosi inversa.
2. Concentrazione preliminare del plasma per mezzo di evaporazione sotto vuoto.
3. Disidratazione preliminare del sangue a mezzo coagulazione.

H2.5 Attività di lavorazione delle ossa in aggiunta a quanto previsto nel precedente punto H2.1

1. Frantumazione e sminuzzamento delle ossa al fine di aumentare la capacità di carico negli spostamenti.

H2.6 Impianti di produzione di gelatine animali in aggiunta a quanto previsto nel precedente punto H2.1

1. Isolamento delle apparecchiature di sgrassatura delle ossa.

H2.7 Impianti di incenerimento di corpi interi, di parti di animale e di farine animali in aggiunta a quanto previsto nel precedente punto H2.1

1. Utilizzo di aree di carico, stoccaggio, movimentazione e lavorazione isolate
2. Pulizia e disinfezione dei mezzi di trasporto e delle apparecchiature di scarico dopo l'utilizzo.
3. Riduzione della pezzatura delle alimentazioni al processo.
4. Restrizioni sulla tipologia di farine animali incenerite (in Italia i requisiti minimi per il potere calorifico, l'umidità massima e ceneri sul secco delle farine animali sono fissati dall'Allegato 1 della già citata Ordinanza 30/03/2001 recante "Misure sanitarie ed ambientali urgenti in materia di encefalopatie spongiformi trasmissibili relative alla gestione, al recupero energetico ed all'incenerimento del materiale specifico a rischio e dei materiali ad alto e basso rischio" e ribaditi dall'allegato 3 dell'emanando decreto legislativo di recepimento della Direttiva 2000/767CE[5].
5. Accordi tra l'impianto di co-incenerimento e quello di rendering per la determinazione delle caratteristiche delle farine animali da incenerire.
6. Evitare l'incenerimento di materiali contenenti imballaggi con PVC.
7. Sistemi di carico in continuo all'inceneritore isolati dall'ambiente.
8. Incenerimento delle acque reflue prodotte nell'ambito dell'impianto di incenerimento stesso.
9. Utilizzo dell'aria proveniente dai locali dell'impianto e dalle apparecchiature come aria di combustione.
10. Sistema di controllo della temperatura di combustione dotato di allarmi ed interbloccato con il sistema di alimentazione del forno.
11. Incenerimento in continuo.
12. Post-combustione delle ceneri.
13. Rimozione in continuo delle ceneri.
14. Monitoraggio delle emissioni, incluso un protocollo per il monitoraggio della post-combustione e del rischio biologico nelle ceneri prodotte.
15. Uso di inceneritori a letto fluido bollente.
16. Uso di inceneritori con letto fluido a circolazione.
17. Usi di inceneritori a tamburo rotante.
18. Pulizia e disinfezione periodica delle installazioni e delle apparecchiature.
19. Adozione di tecniche di prevenzione della formazione di odori in caso di fuori servizio dell'inceneritore.

[5] Alla data di pubblicazione della presente linea guida la normativa si è completata e si deve intendere allegato 3 del decreto legislativo 11 maggio 2005, n. 133 (GU 163, SO del 15 luglio 2005) di attuazione della direttiva 2000/76/CE in materia di incenerimento dei rifiuti.

20. Abbattimento degli odori con filtri a carbone attivo in caso di fuori servizio dell'inceneritore.

H2.8 Impianti per la produzione di biogas in aggiunta a quanto previsto nel precedente punto H2.1

1. Recuperi energetici durante la produzione di biogas.

H2.9 Impianti di compostaggio in aggiunta a quanto previsto nel punto H2.1

1. Assicurare sufficiente capacità di drenaggio agli impianti di compostaggio su platea di cemento.

I. ANALISI DELL'APPLICABILITÀ AD IMPIANTI ESISTENTI DELLE TECNICHE DI PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO ELENCATE AL PUNTO PRECEDENTE, ANCHE CON RIFERIMENTO AI TEMPI DI ATTUAZIONE

Prestazioni ambientali conseguibili e criteri di monitoraggio

I programmi di monitoraggio dovranno controllare che le MTD elencate nel capitolo H ed eventualmente adottate siano gestite nella maniera più corretta, cioè in modo che il beneficio ambientale non venga a diminuire o a interrompersi nel tempo.

In aggiunta ad un requisito di controllo di gestione, generico ma certamente fondamentale per il conseguimento di buone prestazioni ambientali, si possono fornire alcune indicazioni per lo specifico settore dell'incenerimento che è certamente il più significativo dal punto di vista delle emissioni.

Emissioni in atmosfera

Considerata la particolare rilevanza, in termini di emissioni in atmosfera, dei trattamenti di incenerimento, nella tabella seguente sono indicati i criteri di monitoraggio ed le prestazioni conseguibili con gli inceneritori operanti con tecnologie a letto fluido (sia bollente che circolante) ed a tamburo rotante. I valori (tratti dal BRef comunitario) sono riferiti ad impianti con una sezione di trattamento dei fumi a secco costituita da filtri a maniche ed iniezione di reagenti a secco.

I livelli di performance ambientale vanno intesi come livelli che ci si può aspettare di raggiungere in un determinato periodo di tempo e in determinate condizioni operative e strutturali dell'impianto, ma non sono da intendere in nessun caso come valori limite di emissione.

Parametro	Prestazione conseguibile	Tipo di monitoraggio
SO_2	30 (mg/Nm^3)	Continuo(1)
HCl	10 (mg/Nm^3)	Continuo(1)
NO_x	175 (mg/Nm^3)	Continuo(1)
CO	25 (mg/Nm^3)	Continuo(1)
VOC	10 (mg/Nm^3)	Periodico(1)
Polveri	10 (mg/Nm^3)	Continuo(1)
Diossine e furani	0.1 (ng/Nm^3)	Periodico(2)
Cd + Ti	0.05 (mg/Nm^3)	(3)
Hg	0.05 (mg/Nm^3)	(3)
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V	0.5 (mg/Nm^3)	(3)
NH_3	10 (mg/Nm^3)	

Tempo di residenza a T>850°C	3.5 (s)	
Pressione, Temperatura, Contenuto di umidità, Portata volumetrica		Continuo
Ceneri – Carbonio organico totale	1 (% peso)	Periodico
Ceneri – Contenuto totale di proteine in estratto acquoso[4]	0.3 – 0.6 (mg/100g)	Periodico

Note
1) È opportuno riferirsi al 95% percentile delle medie orarie su un periodo di 24 ore ed a gas anidro a 0 °C, 101.3 kPa e con una concentrazione di O_2 pari all'11 % in volume.
2) È opportuno un periodo di campionamento di minimo 6 e massimo 8 ore ed un valore espresso come tossicità equivalente in accordo all'Allegato 1 della Direttiva sull'Incenerimento dei rifiuti.
3) È opportuno un periodo di campionamento di minimo 6 e massimo 8 ore.
4) L'analisi delle proteine nelle ceneri non è significativa nel caso di impianti dedicati unicamente all'incenerimento di pollame.

Emissioni in acqua

Sarebbe bene articolare il monitoraggio in una fase conoscitiva iniziale ed in una fase operativa. La fase conoscitiva iniziale ha come finalità la classificazione dello stato di qualità dell'effluente al momento della presentazione della domanda di autorizzazione (ovviamente qualora tale stato non sia già noto); in base ad esso le autorità competenti potranno valutare gli obiettivi e la possibile efficacia delle MTD proposte (evidentemente quando interessanti la riduzione dell'inquinamento idrico, ma anche in altri casi, per evitare che una MTD finalizzata ad altri comparti si risolva in un peggioramento della situazione riguardante gli effluenti idrici). Il monitoraggio in fase di regime serve a valutare l'efficacia delle MTD applicate e la conformità degli scarichi alle prescrizioni autorizzative e sarà effettuato in base al programma concordato fra azienda ed autorità competente. Esso potrà essere ridotto ai soli parametri ritenuti rilevanti quali, ad esempio, quelli riportati nella tabella seguente che mostra proprio una sintesi dei principali inquinanti di interesse per le emissioni in acqua, accompagnata da un'indicazione sulle frequenze di monitoraggio ritenute oggi praticabili.
È importante osservare che la scelta del piano di monitoraggio è un compito dell'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione e dipende da molte circostanze, anche collegate allo specifico impianto ed al sito in cui esso è collocato. La tabella che segue è dunque valida solo come indicazione di massima.

SOSTANZE	Unità di misura	Frequenza di monitoraggio
pH		mensile
Temperatura	°C	mensile
Materiali grossolani	assenti[6]	mensile
Solidi sospesi totali	mg/l	mensile
BOD_5 (come O_2)	mg/l	mensile
COD (come O_2)	mg/l	mensile
Cloruri	mg/l	mensile
Fosforo totale (come P)	mg/l	mensile
Azoto totale (come N)	mg/l	mensile
Azoto ammoniacale (come NH_4)	mg/l	mensile
Azoto nitroso (come N)	mg/l	mensile
Azoto nitrico (come N)	mg/l	mensile
Tensioattivi totali	mg/l	mensile
Grassi e olii animali/vegetali	mg/l	mensile
Altri parametri della tabella 3 del decreto legislativo 152/99 (e successive modificazioni) ritenuti rilevanti		annuale ovvero occasionale in relazione allo specifico caso

La frequenza di campionamento della tabella precedente è tipica di un funzionamento a regime. Frequenze differenti (ad esempio bimestrali) possono essere prescelte in relazione alla specificità dell'impianto considerato ed alla storia dei monitoraggi effettuati. Comunque si ritiene che la frequenza minima accettabile sia quella annuale.
Le determinazioni analitiche ai fini del controllo sono di norma riferite ad un campione medio prelevato nell'arco di tre ore. L'autorità preposta al controllo può, generalmente con motivazione espressa nel verbale di campionamento, effettuare il campionamento su tempi diversi al fine di ottenere il campione più adatto a rappresentare lo scarico qualora lo giustifichino particolari esigenze quali quelle derivanti dalle prescrizioni contenute nell'autorizzazione dello scarico, dalle caratteristiche del ciclo tecnologico, dal tipo di scarico (in relazione alle caratteristiche di continuità dello stesso), il tipo di accertamento (accertamento di routine, accertamento di emergenza, ecc.).

[6] Per i materiali grossolani il monitoraggio è finalizzato a verificarne l'assenza che deve essere comunque sempre garantita.

K. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Le informazioni contenute in questo documento sono da intendere come un riferimento per la determinazione delle MTD nei singoli casi specifici. Le tecniche che vengono presentate e i livelli di emissione e di consumi energetici e materiali ad esse associati dovrebbero essere considerate come un'indicazione generale e una sorta di base tecnica da consultare nel momento del rilascio di un'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) basata sulle MTD. La determinazione di appropriate condizioni da prescrivere nel rilascio dall'AIA dovrebbe tener conto, infatti, di fattori locali e specifici del sito, come le caratteristiche tecniche dell'allevamento interessato, la sua localizzazione geografica e le specifiche condizioni ambientali. Nel caso di impianti esistenti, inoltre, si dovrebbe prendere in considerazione la fattibilità tecnico/economica dell'introduzione di una tecnica indicata in questa guida come MTD, ricordando che, tranne nei casi in cui è riportato uno specifico commento, essa è definita come tale solo in senso generale. Le tecniche e i livelli di performance ambientale indicati non sono perciò necessariamente da considerare appropriati per tutti i tipi di impianti, anche se possono essere ritenuti validi per un'ampia casistica.

Un'altra precisazione importante riguarda i livelli di performance ambientali e/o di consumi energetici che vengono associati alle varie tecniche illustrate in questo documento. Questi vanno intesi come livelli che ci si può aspettare di raggiungere in un determinato periodo di tempo e in determinate condizioni operative e strutturali dell'allevamento, ma non sono da intendere in nessun caso come valori limite di emissione o di consumo.

Il documento sottolinea inoltre la necessità, nell'adozione delle MTD, di attenersi alle seguenti regole:

- una volta adottata una tecnica classificabile come MTD, perché tale tecnica sia veramente tale è necessario che sia gestita nella maniera più corretta in modo che il beneficio ambientale non venga a diminuire o a interrompersi nel tempo;
- il concetto di MTD va applicato a tutta la catena di gestione delle attività, onde evitare che il beneficio ambientale di una misura presa all'inizio venga cancellato da una gestione a valle a bassa efficacia ambientale.

L. GLOSSARIO

L1 Definizioni

INCENERIMENTO	ossidazione ad alta temperatura che converte le materie prime in prodotti gassosi e residui solidi con un alto grado di riduzione di volume
RENDERING	Termine adottato per definire una serie di possibili processi industriali di trasformazione di sottoprodotti di origine animale derivanti dall'industria delle carni. Essi di norma coinvolgono almeno una fase di riduzione di volume della materia prima ed un trattamento termico. Le caratteristiche dei processi termici dipendono dalla tipologia di materia prima e dal successivo utilizzo del prodotto ottenuto dopo il processo di trasformazione.
BIOGAS	Processo controllato di decomposizione e stabilizzazione di biomasse in fase liquida o semiliquida in condizioni prevalentemente anaerobiche atto alla produzione, recupero e sfruttamento della frazione carboniosa in forma di biogas.
COMPOSTAGGIO	processo controllato di decomposizione e stabilizzazione biologica in condizioni prevalentemente aerobiche, con produzione di calore. Il risultato finale del processo è rappresentato da un prodotto sanitizzato e stabilizzato ad alto contenuto di sostanza organica e, come tale, applicabile nei terreni agricoli con benefici agronomici.

L2 Abbreviazioni ed acronimi

AIA	Autorizzazione Integrata Ambientale
BAT	Best Available Techniques
BOD	Domanda Biochimica di Ossigeno; è la misura della quantità di ossigeno consumata dai processi biologici
BOD_5	Domanda Biochimica di Ossigeno; è la misura della quantità di ossigeno consumata dai processi biologici in 5 giorni
BRef	BAT Reference Document
COD	Domanda Chimica di Ossigeno
COV	Composti Organici Volatili
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
EPA	Environmental Protection Agency
EPER	European Pollutant Emission Register
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
MTD	Migliori Tecniche Disponibili
M t. p.m.	Migliaia di tonnellate peso morto
SGA	Sistema di Gestione Ambientale
TWG	Gruppo tecnico di lavoro

M. BIBLIOGRAFIA

Eklund B., LaCosse J., 1998. *Field Measurement of Greenhouse Gas Emission Rates and Development of Emission Factors for Wastewater Treatment.* Project Summary, EPA, January 1998.

EPA Ireland, 1992. *Integrated pollution Control Licensing. Batneec Guidance Note For The Slaughter of Animals.* Environmental Protection Agency.

EPA, 1994. *Developement and Selection of Ammonia Emission Factors. Final Report.* EPA, August 1994.

Federici C., 1999. *Un "calo pesante". L'evoluzione della macellazione in Italia nel corso del '98*. L'allevatore, 10 luglio 1999.

Federici C., 2000. *La carne: il panorama europeo.* Eurocarni, aprile 2000.
World Bank Group, 1998. *Meat Processing and Rendering.* In: Pollution Prevention and Abatement HanBODok, Effective July 1998: 337-340.

EPA, 1995. *Meat Rendering Plants. Final Report.* Emission Factor Documentation for AP-42, Section 9.5.3, September 1995.

Prokop W.H., 1992. *Rendering Plants.* In: Air Pollution Engineering Manual, cap. 13 Food and Agriculture Industry, Van Nostrand Reinhold Press, 1992.

ALLEGATO

IPPC
(PREVENZIONE E RIDUZIONE INTEGRATE DELL'INQUINAMENTO)

DECRETO LEGISLATIVO 372/99 (art. 3, comma 2)

LINEE GUIDA PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Categoria IPPC 6.6: impianti per l'allevamento intensivo di pollame o di suini con più di:
a) 40.000 posti pollame;
b) 2.000 posti suini da produzione (di oltre 30 kg), o
c) 750 posti scrofe.

INDICE

A. PREMESSA

Con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro delle attività produttive e con il Ministro della Salute, in data 15 aprile 2003, è stata istituita la Commissione Nazionale ex art. 3, comma 2, del decreto legislativo 372/99[1], per la redazione delle linee guida per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili (MTD), ai fini del rilascio, da parte delle autorità competenti nazionale e regionali, dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA).
La Commissione suddetta ha istituito, a sua volta, sedici gruppi tecnici ristretti (GTR), composti da rappresentanti dei ministeri interessati e degli interessi industriali, ed ha incaricato i GTR di predisporre una proposta di linee guida in ciascuno dei tredici settori ritenuti al momento prioritari.

Questo documento presenta la proposta del GTR "macelli/carcasse, allevamenti", istituito il 4 giugno 2003 con la seguente composizione:

- ing. Alfredo Pini (APAT, coordinatore) e prof. Paolo Avellini (Università di Perugia), designati dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio
- dott. A. Ioppolo (ISS) e dott. S. Bellagamba (ISPESL), nominati dal Ministero della salute
- dott. Giovanni Durante, designato dal Ministero delle attività produttive
- dott. Giuseppe Bonazzi (CRPA), dott. Carlo Leoni (Stazione Sperimentale Conserve Alimentari) e dott. Giovanni Sorlini (ASSOCARNI), designati dalla Commissione.

Ai lavori del GTR "macelli/carcasse, allevamenti" hanno preso parte anche funzionari a supporto dei membri designati. In particolare, ai lavori del GTR "macelli/carcasse, allevamenti" hanno contribuito, a vario titolo:

- la dott.ssa Aurelia Fonda (Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio) invitata ai lavori del gruppo come esperta;
- il dott. Francesco Vitali (ARPA Emilia Romagna) invitato ai lavori del gruppo come esperto;
- l'ing. Nazareno Santilli (APAT) come esperto e sig.ra Anna De Luzi (APAT) per la segreteria tecnica del gruppo.

Nelle sue prime riunioni il GTR "macelli/carcasse, allevamenti" (d'ora in poi semplicemente GTR) ha inteso delineare gli scopi e gli obiettivi del proprio lavoro che si possono così sintetizzare:

- il GTR ha prodotto due documenti: uno relativo agli allevamenti intensivi di pollame e suini (il presente documento) ed un altro relativo alla macellazione ed al trattamento di scarti animali (oggetto di separata pubblicazione);
- gli elementi che il GTR propone alla Commissione Nazionale MTD hanno la valenza di strumento per l'approfondimento delle conoscenze tecnologiche nel settore sia ad uso dell'industria che dovrà presentare domanda di autorizzazione integrata ambientale sia ad uso del funzionario dell'autorità competente che dovrà istruire il procedimento e rilasciare l'autorizzazione;

[1] Di recente sostituito dal decreto legislativo 18 febbraio 2005, n.59 - Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento. (GU n. 93 del 22-4-2005- Suppl. Ordinario n.72)

- in quanto strumento di approfondimento delle conoscenze questo documento non contiene indicazioni su "limiti di emissione", essendo questi ultimi il risultato di un processo di valutazione che deve tenere in conto aspetti specifici dell'industria che si autorizza e del sito su cui tale industria opera; questo documento contiene piuttosto un'elencazione di tecniche disponibili ritenute le migliori oggi utilizzabili sia dal punto di vista tecnico che economico e delle prestazioni ambientali che sono conseguibili con le tecnologie proposte;
- questo documento non contiene indicazioni sulla documentazione che dovrà essere prodotta dal richiedente al fine della richiesta dell'autorizzazione, ritenendo che tale aspetto debba essere trattato in altra sede;
- questo documento contiene, invece, gli elementi del monitoraggio e controllo degli aspetti ambientali significativi e dei parametri operativi specifici del settore, lasciando gli elementi generali per la definizione del piano di monitoraggio e controllo dell'azienda alla linea guida generale sui "sistemi di monitoraggio";
- questo documento contiene, inoltre, indicazioni sul tipo di analisi, da condurre a livello aziendale, delle fonti di emissioni, del tipo e dell'entità di tali emissioni.

Nel seguito del testo, infine, si farà ripetutamente cenno al documento comunitario noto come "BRef". Si tratta del documento di riferimento per l'identificazione delle migliori tecniche, edito dall'ufficio IPPC della UE sito in Siviglia.
L'Unione Europea, infatti, si è attrezzata per favorire l'attuazione della direttiva IPPC creando un apposito ufficio, operante presso il Centro comunitario di ricerca di Siviglia.
L'ufficio "IPPC" coordina una serie di gruppi tecnici che sono incaricati della redazione di documenti di riferimento per l'individuazione delle migliori tecnologie, i cosiddetti *Best Available Techiniques Reference documents (BRefs)*. L'Italia ha attivamente contribuito ai lavori dei gruppi tecnici, con il coordinamento del ministero dell'Ambiente.
Per il settore degli allevamenti è oggi disponibile il documento "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques for intensive rearing of poultry and pigs - July 2003" disponibile sul sito dell'ufficio IPPC di Siviglia all'indirizzo http://eippcb.jrc.es.
Nei riferimenti al BRef, nel seguito questo documento, si farà uso dell'acronimo inglese BAT che in lingua inglese è utilizzato per indicare le *Best Available Techiniques*; nel resto del testo si utilizzerà altresì l'acronimo italiano MTD ad indicare la migliore tecnica disponibile (al singolare) o le migliori tecniche disponibili (al plurale).

Per orientare il lettore nella lettura di questo volume, vale la pena anticiparne l'organizzazione ed i contenuti, ordinati come segue:
- nel capitolo B, una sintetica rassegna della normativa rilevante per il settore degli allevamenti
- nei capitoli C e D, una descrizione del settore produttivo sia da punto di vista delle dinamiche economiche e commerciali sai dal punto di vista delle tecniche produttive
- nei capitoli E ed F, un'ampia descrizione delle tecniche contenute nel BRef comunitario
- nel capitolo G, la descrizione di alcune tecniche che, pur non comprese nel BRef comunitario, sono state ritenute inseribili tra le migliori disponibili;

- nel capitolo H, la lista delle tecniche che il GTR ritiene siano MTD per gli allevamenti; in questo capitolo non saranno fornite ulteriori descrizioni ma solamente una lista; chi è interessato a meglio comprendere le MTD elencate farà riferimento ai capitoli E, F e G:
- nel capitolo I alcune considerazioni in merito all'applicabilità delle MTD elencate ed ai criteri adottabili per il monitoraggio di un allevamento;
- nel capitolo K, la descrizione di alcuni criteri per l'adozione delle MTD; è opportuno anticipare qui che le MTD elencate al capitolo H non si intendono tutte applicabili allo stesso tempo; spesso vengono illustrate tecniche tra loro alternative con la finalità di fornire al lettore una rassegna dell'esistente e poter consentire una scelta consapevole delle MTD che meglio si adattano alla propria situazione, anche sulla base degli obiettivi ambientali che il gestore dovrà perseguire;
- nei capitoli L e K un breve glossario e la bibliografia di riferimento.

B. IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DI SETTORE

La ricognizione normativa proposta in questo paragrafo intende indirizzare il lettore verso le norme rilevanti della vigente legislazione ambientale, in relazione allo specifico settore degli allevamenti di suini e pollame, della macellazione, della eliminazione degli scarti e carcasse.
L'elenco che viene presentato nel seguito non ha alcuna pretesa di completezza né può essere adottato nei procedimenti autorizzativi come riferimento unico ed esauriente, tanto più che esso non comprende una parte di normativa, quella di genesi regionale, che comunque deve essere presa in considerazione e rispettata nell'esercizio delle attività suddette.

B1 Emissioni in atmosfera

D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203: attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, numero 183. *G.U. S.O. n. 140 del 16 giugno 1988.*
D.P.C.M. 21 luglio 1989: atto di indirizzo e coordinamento alle regioni, ai sensi dell'art. 9 della legge 8 luglio 1986, n. 349, per l'attuazione e l'interpretazione del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203. *G.U.S.O n. 171 del 24 luglio 1989.*
Decreto ministeriale 12 luglio 1990: linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione. *G.U.S.O. n. 174 del 30 luglio 1990.*
D.M. 21 dicembre 1995: disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali. *G.U.S.O. n.5 del 8 gennaio 1996.*

B2 Reflui liquidi

Decreto legislativo n. 152 dell'11 maggio 1999: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole". *G.U.S.O. n. 124 del 29 maggio 1999*

B3 Rifiuti

Decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22: attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio. *G.U.S.O. n.38 del 15 febbraio 1997.*

B4 Nuovo regime autorizzativo

Decreto legislativo n. 372[2] **del 4 agosto 1999**: "Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento". *G.U.S.G. n. 252 del 26 ottobre 1999*
Decreto Ministro dell'Ambiente del 23 novembre 2001: "Dati, formato e modalita' della comunicazione di cui all'art. 10, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372". *G.U.S.O. n. 37 del 13 febbraio 1999*
Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri del 24 dicembre 2002: "Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003". *G.U.S.O. n. 37 del 4 gennaio 2003*
Decreto legislativo 18 febbraio 2005, n.59 - Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento. (GU n. 93 del 22-4-2005- Suppl. Ordinario n.72)

B5 Codice di buona pratica

Decreto Ministro per le Politiche Agricole del 19 aprile 1999: "Approvazione del codice di buona pratica agricola". *G.U.S.O. n. 102 del 4 maggio 1999*
La Direttiva CEE 91/676 stabilisce che ogni Stato Membro elabori uno o più codici di buona pratica agricola (CBPA) al fine di tutelare la salute umana e salvaguardare le risorse naturali, gli ecosistemi acquatici e l'utilizzo di acqua.
Lo scopo fondamentale del D.M. del 19 aprile 1999 (recante l'approvazione del Codice di Buona Pratica Agricola) è quello di porre rimedio ai problemi dell'inquinamento da nitrati in ottemperanza alla direttiva comunitaria.
L'utilizzo del CBPA è volontario in caso di allevamenti non ubicati in zone vulnerabili, obbligatorio nel caso in cui gli allevamenti siano situati in zone vulnerabili.
Tra gli obiettivi principali del CBPA vi è quello di contribuire alla maggior protezione delle acque dall'inquinamento da nitrati, riducendo l'impatto ambientale di attività agricole attraverso un'attenta gestione del bilancio dell'azoto.
Il CBPA contiene una successione di pratiche, metodologie, tecniche che dovranno essere eseguite dall'agricoltore.
Particolare attenzione bisogna porre nella gestione e trattamento degli effluenti e nella gestione delle operazioni di spandimento, fasi che se ben ottimizzate consentono una notevole riduzione degli impatti ambientali.

B6 La nuova disciplina europea sui sottoprodotti animali.

Questo paragrafo illustra il Regolamento (CE) 1774/2002 del Parlamento europeo e del Consiglio, recante norme sanitarie relative ai sottoprodotti di origine animale non

[2] Di recente sostituito dal decreto legislativo 18 febbraio 2005, n.59 - Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento. (GU n. 93 del 22-4-2005- Suppl. Ordinario n.72)

destinati al consumo umano, modificato dal Regolamento (CE) n. 808/2003 della Commissione del 12 maggio 2003
Il regolamento n 1774/2002, disciplina anche lo stallatico classificandolo quale materiale di categoria 2, articolo 5 comma 1 lettera a).
La definizione di questo materiale, così come modificata dal regolamento n 808/2003, è presente nel punto 37 dell'allegato I: "stallatico: gli escrementi e/o l'urina di animali di allevamento, con o senza lettiera, o il guano non trattati, oppure trattati conformemente al capitolo III dell'allegato VIII o altrimenti trasformati in un impianto di produzione di biogas o in un impianto di compostaggio". Non viene menzionata la caratteristica di palabilità.
Per quanto riguarda il trasporto, si applica l'articolo 7 del citato regolamento, cioè in base al comma 1 tali materiali sono raccolti, trasportati ed identificati secondo quanto previsto dall'allegato II dello stesso regolamento; sono in base al comma 2 accompagnati da un documento commerciale oppure ove richiesto da un certificato sanitario con i requisiti fissati dal citato allegato.
Tuttavia ai sensi del comma 6 del suddetto articolo 7 relativo a raccolta, trasporto e magazzinaggio, per lo stallatico è possibile una deroga espressa: " … gli Stati membri possono decidere di non applicare le disposizioni del presente articolo allo stallatico trasportato tra due punti situati nella stessa azienda agricola o tra aziende agricole e utenti situati nello stesso Stato membro …".
Un decreto interministeriale in fase di predisposizione ai sensi dell'articolo 38 del decreto legislativo 152/99 si avvale di tale possibilità di deroga ed include lo stallatico nella definizione di "effluenti di allevamento" per i quali è possibile l'utilizzo agronomico (inteso come attività comprensiva delle fasi di produzione, raccolta, stoccaggio, fermentazione e maturazione, trasporto e spandimento) nel rispetto di norme tecniche che fanno capo al decreto legislativo 152/99 e non al Regolamento CE 1774/2002 o al decreto legislativo 22/97.

C. RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE

Dati sulla produzione, distribuzione territoriale degli impianti, personale impiegato, dati macroeconomici

Settore suinicolo

Nel 2000 il patrimonio suinicolo consisteva in 8.614.016 capi suini, di cui 713.338 scrofe. Questa la ripartizione delle aziende per classi di consistenza secondo l'ISTAT nel 2000.

Suini – Ripartizione di aziende per classi di ampiezza dei capi

Classi di ampiezza (capi)	Numero di Aziende (ISTAT)	Numero di capi presenti	% sul totale dei capi
Fino a 9	179.892	359.861	4,2%
10 – 19	6.009	75.962	0,9%
20 – 49	3.272	93.939	1,1%
50 – 99	1.206	78.951	0,9%
100 – 499	1.780	438.098	5,1%
500 – 999	1.068	745.612	8,6%
Oltre 1.000	2.098	6.821.593	79,2%
Totali	**195.325**	**8.614.016**	**100,0%**

Il settore suinicolo, escluso il rurale (sotto i dieci capi), occupa circa 60.000 unità lavorative, di cui 28.000 sono addetti agli allevamenti e gli altri sono impiegati nell'industria di lavorazione delle carni suine. L'importanza economica dell'indotto agro-industriale costituisce forse la particolarità più evidente della suinicoltura italiana, costituita per oltre l'85% dalla produzione di suini "pesanti", allevati secondo precisi disciplinari di produzione che ne regolano in modo particolare l'alimentazione, macellati a pesi vivi superiori ai 150 kg, e le cui carni sono destinate alla trasformazione in prodotti della salumeria tipica. Ai fini dei presente lavoro si rileva che ad un peso vivo medio più elevato corrisponde una produzione di reflui proporzionalmente minore, e che pesi di macellazione elevati determinano una riduzione dei cicli di allevamento per ciascun posto da ingrasso e innalzano il peso vivo medio allevato.
L'allevamento suinicolo è praticato in capannoni che insistono su aree agricole più o meno ampie che di norma garantiscono lo spandimento dei reflui, dopo stoccaggio, a fini agronomici.
Il numero di capi allevati per unità produttiva è molto variabile, in relazione alle capacità imprenditoriali e ai vincoli ambientali e di mercato. Le unità produttive eccedenti le soglie di consistenza di cui al punto 6.6 dell'Allegato I della Direttiva

96/61/CE sarebbero, secondo una stima dell'ANAS (Associazione Nazionale Allevatori Suini) del 1999:

- 407, come allevamenti di suini da produzione, per un corrispondente numero di capi pari a 958.000.
- 116, come allevamenti a riproduzione con più di 750 scrofe, per un corrispondente numero di capi pari a 147.000.

Si tratta di allevamenti che, per la realtà italiana, sono da considerare di grande dimensione e che, di norma, presentano le caratteristiche strutturali ed organizzative che si sintetizzano di seguito.
Tale numero potrebbe essere più elevato se si considerano anche gli allevamenti a ciclo chiuso o semichiuso per i quali alcuni possibili criteri vengono illustrati al capitolo K.

Settore avicolo

Nel 1997 sono stati allevati 475.700.000 polli da carne, 47.200.000 galline per uova da consumo, 3.600.000 galline per uova da cova, 38.900.000 tacchini, 25.300.000 faraone, 10.100.000 tra anatre ed oche, e la consistenza del patrimonio avicolo è risultata la seguente:

Consistenza del patrimonio avicolo

Tipo di produzione	**Unità di prodotto (UNA)**	
Polli	105.700.000	capi per ciclo
Galline per uova da consumo	47.200.000	capi per ciclo
Galline per uova da cova	3.600.000	capi per ciclo
Tacchini	14.900.000	capi per ciclo
Faraone	5.600.000	capi per ciclo
Anatre/oche	4.000.000	capi per ciclo

Secondo le stime elaborate dall'UNA, che tengono anche conto dei dati risultanti dall'ultimo censimento generale dell'agricoltura, ma non tengono conto degli allevamenti di tipo prettamente rurale, nel nostro Paese sono presenti 2.204 allevamenti di polli da carne, 1.295 allevamenti di galline ovaiole e 750 allevamenti di tacchini. Non sono oggi disponibili indicazioni per gli allevamenti di faraone, anatre ed oche.

Di seguito si riporta la ripartizione degli allevamenti per classi di ampiezza e specie allevata (anno 2000).

Polli da carne - Ripartizione di aziende per classi di ampiezza dei capi

Classi di ampiezza (capi)	**Numero di Aziende (ISTAT)**	**Capi per ciclo (UNA)**
1.000 – 5.000	332	1.477.000
5.000 – 10.000	230	2.729.000

10.000 – 25.000	685	15.196.000
Oltre 25.000	957	70.548.000
Totali	**2.204**	**89.950.000**

Galline ovaiole - Ripartizione di aziende per classi di ampiezza dei capi

Classi di ampiezza (capi)	Numero di Aziende (ISTAT)	Capi presenti (UNA)	Uova/anno (UNA)
500 – 1.000	127	132.523	30.000.000
1.000 – 3.000	191	676.226	200.000.000
3.000 – 5.000	115	792.449	230.000.000
5.000 – 10.000	194	2.301.499	670.000.000
Oltre 10.000	668	31.333.462	9.193.000.000
Totali	**1.295**	**35.236.159**	**10.323.000.000**

Tacchini- Ripartizione di aziende per classi di ampiezza dei capi

Classi di ampiezza (capi)	Numero di Aziende (UNA)	Capi per ciclo (UNA)
1.000 – 5.000	100	115.000
5.000 – 10.000	150	385.000
Oltre 10.000	500	11.077.000
Totali	**750**	**11.577.000**

Negli allevamenti avicoli trovano occupazione 38.000 addetti, ma l'intero settore impiega direttamente 79.500 unità lavorative. Altri 100.000 addetti sono occupati nelle attività a monte e a valle dell'avicoltura.

Dinamica del settore e sua rilevanza nazionale

Il prodotto lordo vendibile della zootecnia in Italia nel 1997 è risultato pari a 26.376 miliardi di lire.

Il settore dell'allevamento avicolo, con i suoi 5.479 miliardi di lire (di cui 1.814 relativi alle uova) ha rappresentato il 20,8% della zootecnia nazionale, mentre il settore dell'allevamento suino, con i suoi 4.649 miliardi ha rappresentato il 17,6% della stessa. Pertanto, i settori avicolo e suinicolo rappresentano globalmente il 38% del P.L.V. dell'intera zootecnia italiana.

Nel quadro generale di stabilità dei consumi medi di carni degli Italiani (nell'ultimo decennio il consumo pro-capite si è attestato intorno agli 80 kg/anno) i due settori non hanno registrato aumenti significativi né nella produzione né nel consumo.

Il consumo di carni avicole, che era stato nel 1988 pari a 1.013.000 tonnellate, dieci anni dopo era aumentato solo del 9,87% (1.113.000 tonnellate nel 1997), con un incremento inferiore all'1% medio annuo; nello stesso periodo il consumo totale di carni suine è passato da 1.437.600 tonnellate del 1988 a 1.612.400 tonnellate del 1997 (+ 12,16%). Va sottolineato che la massima parte di tale incremento è stato registrato nel 1996, in concomitanza con il crollo dei consumi di carne bovina determinato dal problema BSE.

D'altra parte, le analisi economiche e socio-demografiche per quanto riguarda le tendenze dei consumi, concordano nell'escludere nel prossimo decennio aumenti significativi dei consumi di carni, e di conseguenza non si prevede alcun aumento della capacità produttiva globale del settore.

Condizione economica generale

In tutti i Paesi comunitari sia l'allevamento avicolo che quello suinicolo hanno prodotto un miglioramento dei redditi degli agricoltori e, conseguentemente, delle condizioni economiche delle famiglie rurali.

Ciò ha comportato effetti positivi, sia a monte, con l'assorbimento delle produzioni cerealicole utilizzate per i mangimi, sia a valle, con lo sviluppo dell'industria della trasformazione delle carni. Occorre sottolineare, in particolare, l'alta qualità raggiunta dalla produzione nazionale, orientata a fornire al consumatore alimenti avicoli e suinicoli di elevata qualità organolettica e nutritiva, oltre che igienico- sanitaria, ottenuta attraverso tempi e metodi di allevamento più lunghi di quelli generalmente utilizzati negli altri Paesi, ed utilizzando mangimi ad alto contenuto di cereali (55-75% di grano e granturco a seconda della specie allevata).

In sintesi, si può affermare che negli ultimi 30 anni vi è stato in Italia un enorme aumento dei consumi di carne suina che sono stati soddisfatti soprattutto attraverso importazioni, mentre la produzione nazionale si è orientata verso produzioni di qualità ad alto valore aggiunto. Si ricorda in tal senso che a 18 prodotti trasformati tipici della produzione nazionale, è stata riconosciuta la I.G.P. o la D.O.P. dalla Commissione europea ai sensi del Regolamento 2081/92.

La vicinanza alle zone di produzione cerealicola ed ai principali nodi del sistema del trasporto ha favorito la concentrazione nell'area padana delle due tipologie di allevamento.

Evoluzione e distribuzione geografica del settore suinicolo

Fino alla fine degli anni '60 l'allevamento suinicolo italiano era costituito in larga misura da due tipi di produzione entrambi abbastanza marginali nel quadro della produzione agricola complessiva: da un lato la produzione rurale per il consumo familiare o per il piccolo commercio a livello di azienda agricola, dall'altro la produzione ottenuta in allevamenti da ingrasso annessi a caseifici per lo sfruttamento zootecnico del siero di latte prodotto nel corso della caseificazione. In quegli anni gli allevamenti dell'Italia centrale (Toscana, Umbria, Marche) rifornivano di suinetti gli allevamenti da ingrasso tipicamente diffusi nella Pianura Padana (Piemonte, Lombardia, Emilia, Veneto). Si veniva rafforzando in quegli anni l'industria salumiera, che incarnava le grandi e tradizionali capacità nazionali nel campo della lavorazione delle carni suine (capacità storicamente originate dalla necessità di conservare la carne in climi relativamente caldi), e si veniva lentamente sviluppando un interesse dei consumatori per i prodotti della salumeria nazionale.

Nel 1968, il consumo di carne suina aveva raggiunto i 9,4 kg pro capite contro i 6,2 kg di dieci anni prima, mentre si assisteva ad una esplosione dei consumi di carne bovina, passati nello stesso periodo da 11,4 a 22,5 kg pro capite.

In quell'anno l'Italia fu colpita da un'epidemia di Peste Suina Africana, una grave malattia contagiosa che rese necessaria la creazione di un cordone sanitario proprio attorno alle zone dell'Italia centrale più tipicamente vocate alla produzione di suinetti. Di conseguenza, gli allevamenti del Nord Italia, rimasti senza materia prima per le loro produzioni, e più in generale preoccupati nello scoprire la vulnerabilità dei loro canali di approvvigionamento, iniziarono ad occuparsi anche di riproduzione. Risale a quegli anni, e alla volontà di prevenire il contagio da malattie, la diffusione dell'allevamento a "ciclo chiuso" che tanta fortuna ha avuto da allora in Italia.

La riorganizzazione del settore coincise con il "boom" dei consumi, peraltro sostenuti anche da massicce importazioni dai Paesi del Nord Europa: dai già citati 9,4 kg di consumo pro capite del 1968 si passò ai 18,7 kg del 1978 e ai 25,5 kg del 1988, con una stabilizzazione nel decennio successivo fino ai 28 kg del 1997.

I processi fin qui descritti portarono a tre importanti conseguenze strutturali per il settore:

- l'allevamento suinicolo si concentrò nella pianura padana, dove si trovavano i caseifici, le coltivazioni cerealicole, i mercati per la carne suina costituiti dai grandi agglomerati urbani e il migliore sistema di trasporti. Questa concentrazione si è autoalimentata negli anni favorendo anche la concentrazione dei macelli e degli impianti di lavorazione delle carni, peraltro già tradizionalmente presenti in zona. Oggi, quattro Regioni, nell'ordine Lombardia, Emilia-Romagna, Piemonte e Veneto, detengono il 73,6% del patrimonio suinicolo italiano, con rispettivamente il 36,7, il 20,8, il 9,3 ed il 6,7%;
- gli allevamenti a ciclo chiuso, ormai autosufficienti per l'approvvigionamento di suinetti, si organizzarono in unità sempre più grandi, specializzate e meglio organizzate, facendo perdere così alla suinicoltura ogni carattere di produzione accessoria, ma conferendole stato e dignità di impresa economica ad alta concentrazione di capitale. La stessa evoluzione, sulla spinta della necessità di

abbattere i costi di produzione, si estese anche agli allevamenti da ingrasso nonché, per la pianura padana, alla nuova tipologia degli allevamenti da riproduzione;

- la concentrazione della produzione e la ristrutturazione degli allevamenti mutarono radicalmente la natura della suinicoltura italiana ma non la sua dimensione: dai 7.298.000 capi presenti nel dicembre 1968 si passò ai 9.360.000 capi del 1988 e agli 8.155.000 capi del 1997. Ciò significa che tra il 1968 e il 1988, periodo durante il quale il consumo di carne suina per abitante aumentava del 271%, la popolazione suinicola italiana aumentava solo dei 28%, costringendo il Paese ad importare quasi il 38% del proprio fabbisogno.

Evoluzione e distribuzione geografica del settore avicolo

La vicinanza alle zone di produzione ed ai principali nodi del sistema di trasporto ha favorito la concentrazione nell'area padana delle due tipologie di allevamento.

In particolare, per quanto riguarda il settore avicolo, le Regioni Veneto, Emilia-Romagna, Lombardia e Piemonte, con rispettivamente il 35,2%, 24,6%, 17,0% e 6,7%, rappresentano più dell'80% della intera produzione nazionale.

Impatto ambientale del settore

A seconda del recettore finale i punti critici del processo di allevamento avicolo e suinicolo sono diversamente individuabili.
Nel caso dei recettori acqua e suolo, è lo spandimento agronomico delle deiezioni il punto critico da tenere sotto controllo. E' durante e dopo lo spandimento che quote più o meno importanti di nutrienti vengono cedute (tecnicamente si parla di rilascio) al corpo recettore, determinando gli episodi di inquinamento.
Nel caso del recettore aria, acquistano importanza le fasi di stoccaggio e, prima ancora, la fase di allontanamento degli effluenti dai ricoveri.
Nel paragrafo che segue vengono quantificati i livelli usuali di emissione nei vari punti critici.

Recettore acqua

<u>*Trasferimenti dell'azoto alle acque sotterranee*</u>

L'azoto viene veicolato dalle acque di percolazione del terreno potendo pervenire a quelle di falda generalmente sottoforma di nitrato, e raramente come ione ammoniacale, in quest'ultimo caso solo quando il terreno è fortemente crepacciato o si è in presenza di pozzi perdenti.

La concentrazione dei nitrati negli effluenti animali è normalmente trascurabile, ma durante i periodi di stoccaggio e dopo lo spandimento se la temperatura del suolo supera i 5° C, l'azoto ammoniacale molto velocemente può essere trasformato in nitrato.
I principali fattori che influenzano il trasferimento dell'azoto contenuto nei reflui zootecnici o nei fertilizzanti di sintesi alle acque sotterranee sono di seguito riassunti:

- caratteristiche del suolo: la quantità di azoto percolato diminuisce passando dalle tessiture più grossolane a quelle più fini. In un terreno sabbioso infatti è favorita la nitrificazione per la presenza di condizioni di aerazione ed in generale si hanno più elevate velocità di trasporto e maggiori volumi di percolazione rispetto ad un terreno argilloso privo di crepacciature. In quest'ultimo caso e nei terreni limosi con tendenza alla formazione di crosta sono favorite invece asportazioni di azoto in forma ammoniacale per ruscellamento o, nel caso in cui si determinino condizioni di anaerobiosi, perdite per denitrificazione;
- uso reale del suolo: in generale le quantità di azoto percolate risultano maggiori per i terreni che rimangono privi di copertura nel periodo invernale, piuttosto che per quelli sui quali la coltivazione è permanente ed è quindi continua l'asportazione da parte dei vegetali di acqua e nitrati, sottratti così alla lisciviazione. E' inoltre da considerare che le differenti specie vegetali ed i relativi metodi di coltivazione possono influenzare in maniera diversa i processi di trasformazione nonché la asportazione dell'elemento;
- condizioni meteo-climatiche: le abbondanti precipitazioni favoriscono la percolazione nelle acque sotterranee, incrementando la quantità di azoto lisciviato. Il clima esplica la sua influenza anche attraverso il regime termico, che controlla l'attività microbica e quindi la mineralizzazione dell'azoto;
- epoca di somministrazione: le perdite risultano minimizzate quando i periodi di somministrazione e la liberazione dell'azoto in forma assimilabile avvengono con buona sovrapposizione rispetto alle richieste delle colture in atto. Può accadere però che tali periodi coincidano con quelli di maggiore piovosità, nei quali la lisciviazione è accentuata e la praticabilità degli spandimenti risulta compromessa dalla possibilità di accedere al campo con i mezzi di spandimento;
- frazionamento dei dosaggi: il frazionamento della distribuzione dell'azoto su una coltura diminuisce la probabilità di lisciviazione dell'elemento, aumentando l'efficienza di assimilazione di ogni singola dose, specie se questa viene fornita alla pianta nel momento in cui ne abbisogna;
- quantità di azoto apportato in relazione al fabbisogno delle colture: l'entità di azoto perso per lisciviazione è tanto maggiore quanto maggiore è l'eccesso dell'apporto rispetto alle asportazioni delle colture.

Trasferimenti dell'azoto alle acque superficiali

Negli ultimi anni oltre all'incremento della quantità di azoto nelle acque sotterranee si è potuto assistere alla crescita degli apporti dello stesso elemento nelle acque superficiali, fluviali e lacustri, seguita dall'inevitabile diffusione di fenomeni di eutrofizzazione.
Una serie di studi volti ad accertare i meccanismi di eutrofizzazione delle acque dell'Alto Adriatico hanno evidenziato la presenza di nitrati di origine agricola nelle acque fluviali.
L'azoto può pervenire alle acque superficiali passando dapprima nelle acque di percolazione del suolo, fuoriuscendo poi con esse all'interno delle linee di scolo dei

coltivi, per essere convogliato successivamente al corpo d'acqua superficiale. L'azoto apportato ai suoli con i reflui zootecnici o i fertilizzanti di sintesi può altresì essere convogliato nelle acque di superficie attraverso il ruscellamento superficiale diretto (*run-off*), ed in tal caso oltre a quello nitrico anche l'azoto ammoniacale e organico assumono importanza rilevante come forma di rilascio. I fattori che controllano il trasferimento superficiale dell'azoto sono riconducibili a quelli precedentemente considerati per i processi di percolazione. Svolgono inoltre un ruolo fondamentale i fattori di seguito riassunti:

- inclinazione e ampiezza delle superfici: lo scorrimento superficiale dei nutrienti è favorito dalle elevate pendenze e lunghezze delle pendici sulle quali gli spandimenti vengono effettuati;
- metodo di applicazione del liquame: in generale l'interramento dei reflui zootecnici o dei fertilizzanti di sintesi limita notevolmente lo scorrimento superficiale diretto. Oltre al ruscellamento superficiale dovuto al dilavamento operato dalle precipitazioni, si può infatti anche assistere allo scorrimento diretto dell'effluente liquido, il cui rischio è specialmente elevato se il liquame è applicato in superficie su terreno nudo nella direzione della massima pendenza;
- grado di copertura del suolo: su terreni incolti il rischio di avere scorrimento superficiale è più elevato rispetto a quello che si ha per i terreni coperti da vegetazione; tale rischio decresce all'aumentare della densità dell'impianto colturale.

Al crescere del tempo intercorrente tra l'applicazione del liquame ed il primo evento piovoso decresce poi progressivamente il contenuto di azoto nelle acque di ruscellamento.

Quantificazione delle perdite di azoto per lisciviazione e ruscellamento

Le perdite per lisciviazione e ruscellamento dai suoli possono essere molto consistenti, anche se presentano notevole variabilità: un suolo coltivato può cedere da 30 a 90 kg N/ha per anno, intervallo che si restringe a 5-20 kg N/ha per anno per i suoli a copertura vegetale permanente. E' stato rilevato che in aree ad agricoltura mista la perdita di azoto arriva a circa 40 kg N/ha per anno, mentre, nel caso delle foreste, la cessione si riduce a 2,5 kg N/ha per anno (Autorità di bacino del fiume Po).
Nel caso del confronto tra più anni di indagine, rispetto al valore medio annuo, mentre il carico proveniente dalle sorgenti puntuali di origine zootecnica e non, risulta praticamente costante, per le sorgenti diffuse le deviazioni dalle medie possono essere dell'ordine del 50% in funzione delle condizioni meteorologiche che hanno caratterizzato l'anno d'indagine (Autorità di bacino del fiume Po).
Nell'area padana l'Autorità di bacino del Po, partendo dalle concimazioni (organica e minerale), eseguite su ogni coltura, dai carichi medi stimati per ettaro in ogni singola Regione Agraria, ha definito la distribuzione territoriale delle perdite di azoto. I maggiori indici di rilascio potenziale a bordo campo e appena al di sotto degli apparati radicali (>55 kg/ha) si osservano in prevalenza nelle aree della pianura lombarda, dal milanese al mantovano, caratterizzate da un'intensa attività zootecnica, da elevati carichi di nutrienti di origine organica, da elevata piovosità ed intensamente coltivate a mais, spesso con metodi irrigui a bassa efficienza. Lo stesso indice di rilascio si è ottenuto anche per una parte della pianura veronese.
Rilasci intermedi (da 25 a 55 kg/ha) si osservano nelle aree del bacino dove si verificano, di volta in volta, o una maggiore predisposizione ambientale o una elevata

concentrazione di allevamenti. Queste aree interessano gran parte della pianura piemontese, alcune aree della pianura lombarda, il parmense e alcune zone del reggiano, del modenese e del veronese.
I rilasci di minore entità (<25 kg/ha) si riscontrano nelle aree caratterizzate o da bassi carichi di nutrienti azotati (in genere per la modesta presenza di allevamenti) o da una scarsa presenza della pratica irrigua che d'altra parte, se effettuata, utilizza impianti ad elevata efficienza. L'area più estesa è quella posta a sud del Po che si estende da una parte del cuneese fino alla zona adriatica, ad esclusione del parmense, delle zone reggiane e modenesi. A nord del Po comprende le province di Varese e di Como, alcune Regioni Agrarie del torinese e novarese e della collina bergamasca e bresciana.
Nel "Piano delle direttive e degli interventi urgenti per la lotta all'eutrofizzazione..." l'Autorità di bacino del fiume Po stima in un 16% la percentuale dell'azoto distribuito sul suolo che viene veicolata alle acque superficiali e in un 15% la percentuale che percola nel sottosuolo. Per azoto distribuito sul suolo si intende l'azoto che arriva al campo al lordo delle perdite per volatilizzazione che si verificano nel corso dello spandimento e nelle fasi ad esso successive.
Assumendo le percentuali definite si ottengono i valori dell'azoto per capo e per anno (vedi tabella seguente) che raggiungono il comparto acque superficiali o percolano nel sottosuolo.

Stima delle perdite di azoto per ruscellamento e percolazione dai comparti suinicolo ed avicolo

Categoria	Consistenza	Azoto distribuito sul suolo (kg/capo·a)	Azoto veicolato in acque superficiali (kg/capo·a)	Azoto percolato nel sottosuolo (kg/capo·a)	Azoto totale perso per ruscellamento e percolazione (kg/capo·a)
Altri suini*	5.974.600	11,24	1,80	1,69	3,49
Scrofe*	690.000	26,14	4,18	3,92	8,10
Broilers	105.700.000	0,27	0,04	0,04	0,08
Ovaiole	50.800.000	0,53	0,08	0,08	0,16
Altri avicoli	24.500.000	0,72	0,11	0,11	0,22

* Il capo suino medio è un soggetto di 85 kg, mentre per la scrofa il capo è un soggetto di 240 kg, essendo compreso il corredo di suinetti

Rispetto all'azoto da concimi minerali, la quota di azoto di provenienza zootecnica veicolato in acque superficiali, ha moderata incidenza.
Per quanto riguarda la dinamica dell'azoto minerale nel terreno, inoltre, è necessario avere presente la specificità della situazione italiana, notevolmente differenziata da quella dei Paesi del Nord Europa nei quali sono stati svolti per la maggior parte gli studi relativi alla quantificazione dei rilasci di azoto dal comparto agricolo in acque

superficiali e profonde. Come rilevato da Sequi (1993) si possono ricavare alcune considerazioni utili alla comprensione del fenomeno:

- nelle regioni a clima arido del centro-sud del nostro paese il movimento dell'acqua nel suolo avviene dagli strati più profondi verso quelli superiori nella stagione secca, mentre durante la stagione piovosa ci può essere una percolazione, che interessa, tuttavia, soltanto i primi 30-60 cm di suolo. Le precipitazioni non saturano mai la capacità di campo per cui non si ha mai percolazione profonda durante tutto l'anno. Il movimento verso l'alto tende a concentrare i nutrienti e particolarmente sodio e cloro nella parte alta del profilo del suolo, per cui lo spandimento agronomico dei liquami non ha effetti negativi sull'ambiente ma può essere dannoso alle produzioni agricole;
- nelle regioni più piovose della pianura padana ci può essere una saturazione della capacità di campo per brevi periodi e quindi percolazione di quantitativi significativi di nitrati. D'altro canto nell'ultimo decennio si sono succedute annate che, per la bassa piovosità, non hanno visto migrazione di nitrati verso la falda.

I tenori molto alti di nitrati che si riscontrano nelle acque di falda per uso idropotabile sono in parte dovuti al trasferimento diretto in falda delle acque di corsi d'acqua superficiali ad alto tenore di inquinanti azotati. Ciò porta ad ipotizzare che il contributo della zootecnia all'innalzamento del tenore di nitrati in falda, così come quello delle altre fonti agricole non puntiformi, sia in certi casi non determinante.

Trasferimento del fosforo alle acque

Per i suini l'escrezione di fosforo, desumibile da dati CRPA e da dati di letteratura, è di 4,6-6,0 kg P/100 kg p.v. (peso vivo) per anno.
Riferendo tali valori di escrezione rispettivamente al suino all'ingrasso (peso medio di 85 kg) ed alla scrofa di 160 kg con parco suinetti (240 kg) si ottengono valori di 3,9-5,1 kg P/capo per anno e 11,3-14,8 kg P/capo per anno.
Per le galline ovaiole in gabbia l'escrezione è invece di 9,9-13,4 kg/100 kg p.v. per anno mentre per i broiler è di 7,6-18,1 kg/100 kg p.v. per anno.
A differenza di quanto succede per l'azoto, il fosforo non subisce riduzioni nei processi di veicolazione e trattamento dei reflui. Alcuni processi quali separazione solido-liquido per via meccanica o gravimetrica determinano una ripartizione nelle frazioni risultanti diversa rispetto a quella dei liquami di partenza (il P si concentra nella fase inspessita), senza variare tuttavia la massa totale. E' pertanto il quantitativo totale di fosforo in uscita dagli allevamenti a giungere sui terreni.
I composti del fosforo applicati con i concimi e con i reflui zootecnici sono usualmente instabili nell'ambiente suolo. Il fosfato monocalcico è solubile e viene trasformato in forme meno solubili o adsorbito sulle particelle del suolo o può formare complessi con la materia organica. Fosfati meno solubili si solubilizzano lentamente e soltanto nei suoli acidi (pH <5). Il fosforo organico si rende invece disponibile attraverso la mineralizzazione della sostanza organica.
Nei liquami zootecnici il fosforo è principalmente sotto forma di composti inorganici solubili. La quota organica (compresa fra il 15 e il 25% del totale) è facilmente trasformata in ortofosfato. Ciò che maggiormente conta ai fini della protezione ambientale è dunque il fosforo inorganico (ortofosfato) il cui comportamento nel suolo è tuttora oggetto di studio; semplificandone la dinamica si può considerare che l'ortofosfato è soggetto a una reazione veloce di adsorbimento (processo reversibile) e a

una molto più lenta di fissazione o retrogradazione (processo irreversibile). La quota adsorbita controlla il rifornimento della soluzione circolante, mentre quella fissata diventa praticamente indisponibile nel breve e medio periodo.
La ritenzione del fosforo nel suolo è essenzialmente governata dal pH. Nei suoli acidi si manifesta la elevata affinità del fosforo per gli ossidi di ferro e alluminio e per l'argilla. In ambiente neutro o alcalino dominano le reazioni con il calcio e con l'argilla. Nelle condizioni ordinarie che si manifestano in Italia, tenuto conto del fatto che i terreni hanno generalmente pH neutro o tendenzialmente alcalino, e che le tessiture prevalenti sono quelle fini argillose o limose, l'ortofosfato non viene trasportato per lisciviazione nel sottosuolo, eccetto che nei suoli sabbiosi e con somministrazioni elevate.
E' opportuno ricordare che anche la sostanza organica svolge un ruolo essenziale sul comportamento del fosforo nel suolo: abbassando la velocità delle reazioni di fissazione, la sostanza organica consente ai fosfati di permanere in forme assimilabili per più lungo tempo nel suolo.
Anche se al presente si hanno poche possibilità di quantificare le perdite di fosforo riferite a bacini idrografici, si può ritenere che il danno potenziale per l'ambiente esiste quando:

- il fosforo è stato applicato al terreno in modo che l'accumulo raggiunto è causa di lisciviazione nei primi strati delle falde acquifere superficiali;
- i suoli vengono erosi e i sedimenti arricchiti di fosforo si depositano sul fondo dei corpi idrici superficiali; il contenuto di fosforo nei sedimenti dipenderà anche dalla dotazione del suolo;
- si verifica ruscellamento superficiale di liquame o direttamente dalle strutture di allevamento o di stoccaggio dei reflui (inquinamento puntiforme) oppure dagli appezzamenti in seguito allo spandimento (inquinamento diffuso).

Nell'area padana l'Autorità di bacino del Po, partendo dalle concimazioni (organica + minerale), eseguite su ogni coltura, dai carichi medi stimati per ettaro in ogni singola Regione Agraria, ha definito la distribuzione territoriale delle perdite di fosforo. I maggiori indici di rilascio potenziale a bordo campo e appena al di sotto degli apparati radicali (>2,3 kg/ha) si osservano in prevalenza nelle RA dell'area lombarda, caratterizzate da intensa zootecnia e da ordinamenti colturali foraggieri e/o da una elevata diffusione di superfici agricole investite a riso. Ad esse si aggiungono alcune zone del torinese, cuneese, del novarese e del parmense.
Viceversa, i minori rilasci (<1,1) si riscontrano nel Monferrato, alessandrino, nell'Oltrepò pavese, nel ferrarese e lungo le fasce collinari prealpina ed appenninica.
Valori intermedi (da 1,1 a 2,3) si osservano in prevalenza nella pianura piemontese, nella parte orientale e meridionale della pianura lombarda e nella pianura emiliana.
Considerando i due livelli di fertilizzazione azotata ammessi dalla nuova direttiva dell'Autorità di bacino del Po per le aree vulnerabili e non vulnerabili, rispettivamente pari a 170 e 340 kg N/ha per anno, cui possono essere fatti corrispondere i due carichi di p.v. suino per ettaro di 1,5 t e 3 t, possono essere quantificati carichi di fosforo per ettaro rispettivamente per le aree vulnerabili e non vulnerabili pari a 69-90 kg P/ha per anno e 138-180 kg P/ha per anno.
Nel "Piano delle direttive e degli interventi urgenti per la lotta all'eutrofizzazione…" redatto dall'Autorità di bacino del fiume Po per la stima del quantitativo di fosforo veicolato in acque superficiali sul totale in ingresso dal comparto agro-zootecnico e distribuito sul suolo l'indice di rilascio risulta percentualmente pari al 2,35%.

Assumendo tale percentuale si ottiene il valore di fosforo escreto dai suini e che raggiunge il comparto acqua, pari a 108-141 g P/100 kg p.v. per anno.
Per il suino medio di 85 kg il valore risulta pari a 92-120 g P/capo per anno mentre per la scrofa con suinetti è di 266-347 g P/capo per anno.
Per lo stesso calcolo il valore di fosforo che raggiunge il comparto acqua per le galline ovaiole in gabbia è di 233-315 g P/100 kg p.v. per anno mentre per i broiler è di 179-425 g P/100 kg p.v. per anno.

Si riportano, come conclusioni, i risultati di uno studio di Breeuwsma e Silva presentato alla *European Conference of Mantua – Italy (1993),* da cui appare come dati sulla saturazione dei fosfati nel suolo non siano attualmente disponibili per l'Italia. Tuttavia, ci sono almeno due ragioni per assumere che la saturazione dei fosfati sia un problema molto minore che nelle regioni ad alta densità zootecnica dell'Europa settentrionale:

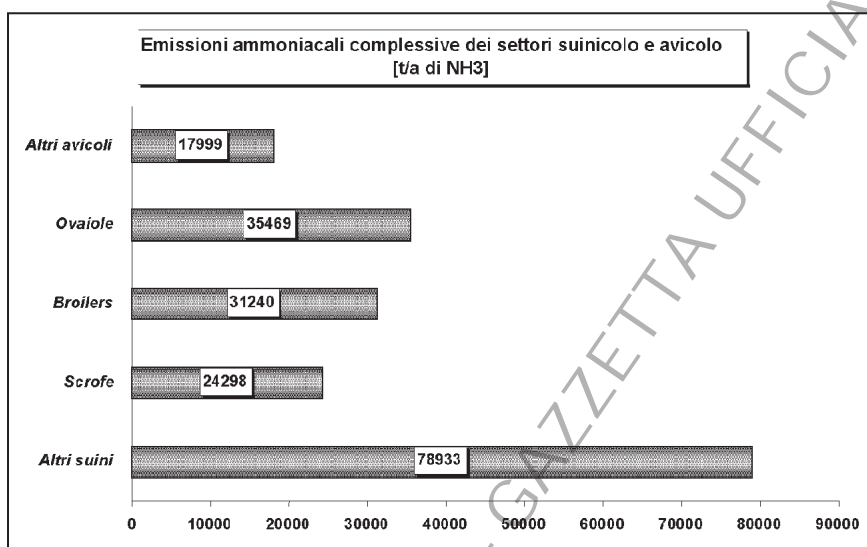
1. l'input complessivo di P nei suoli della valle padana è significativamente più basso (all'incirca di un fattore 2,5) che in alcune aree ad allevamento intensivo dell'Olanda;
2. la percentuale di suoli sabbiosi che sono più vulnerabili al leaching dei fosfati è relativamente piccola. Una attenzione particolare dovrà essere rivolta a questi ultimi terreni quando il pH sia inferiore a 6,5.

Recettore aria

Le attività di allevamento danno origine a emissioni di odori e di gas inquinanti che derivano sia dal metabolismo animale che, in maggiore misura, dai processi di degradazione biologica delle sostanze organiche contenute nelle deiezioni.
Tra le principali sostanze gassose nocive prodotte in allevamento si annoverano NH_3, CH_4, N_2O, Composti Organici Volatili (COV), H_2S.
Le emissioni di inquinanti gassosi sono riconducibili alle varie attività legate alla produzione zootecnica: stabulazione degli animali, pascolo, stoccaggio e trattamento dei reflui, spandimento agronomico degli stessi.

Ammoniaca (NH_3)

Le attività agricole, e in particolare la zootecnica, costituiscono la principale fonte di emissioni in atmosfera di ammoniaca. Secondo recenti stime ENEA a tale settore produttivo sono attribuibili il 75% delle emissioni, il restante 25% essendo dovuto all'utilizzazione e produzione di fertilizzanti, ai processi di depurazione e gestione dei rifiuti, ad alcune attività industriali. Il dato è in linea con le più recenti stime del CORINAIR (1998) per l'insieme dei Paese Europei, stime che attribuiscono alla zootecnia l'80% circa delle emissioni dal settore agricolo, a sua volta responsabile dell'80-90% delle emissioni totali di ammoniaca in atmosfera.
Dell'azoto escreto dagli animali una quota va incontro a perdite per volatilizzazione sotto forma di emissioni ammoniacali già nel corso della permanenza delle deiezioni all'interno dei locali di allevamento (emissioni dai ricoveri); una frazione volatilizza in atmosfera nel corso dello stoccaggio (emissioni dagli stoccaggi); una ulteriore quota viene persa in atmosfera nel corso e a seguito della distribuzione in campo (emissione dallo spandimento).

La forma e la concentrazione con cui è presente l'azoto nel liquame sono fra i principali parametri che hanno influenza sull'entità delle emissioni ammoniacali. La formazione di ammoniaca dai liquami zootecnici è il risultato dell'attività dell'enzima ureasi. L'attività di questo enzima è fortemente influenzata da due parametri: pH e temperatura. Allo stesso tempo l'emissione è influenzata anche da fattori ambientali esterni: velocità dell'aria, tipologia stabulativa, caratteristiche fisiche del liquame, tipo di stoccaggio e caratteristiche del terreno. Le emissioni ammoniacali complessive dei settori suinicolo e avicolo, in Italia, sono riportate nella figura che segue.

Protossido di Azoto (N_2O)

Le emissioni di N_2O dal settore zootecnico vengono attribuite a tre fonti principali:
- lo stoccaggio delle deiezioni, sia in forma liquida, sia in forma solida;
- le emissioni dirette dai suoli agricoli dovute alla somministrazione di azoto da diverse fonti tra cui i reflui zootecnici, le emissioni da animali al pascolo;
- le emissioni indirette dovute alle deposizioni di NH_3 e NO_x e ai fenomeni (prevalentemente denitrificazione) che interessano le forme azotate, anche di origine zootecnica, presenti nelle acque superficiali e nei primi strati del suolo.

N_2O dai sistemi di stoccaggio

L'N_2O può essere prodotto nel corso dello stoccaggio a seguito della nitrificazione e successiva parziale denitrificazione dei reflui. L'entità del rilascio dipende dal sistema di stoccaggio adottato.
Al momento i riferimenti bibliografici disponibili evidenziano emissioni durante lo stoccaggio delle deiezioni comprese tra 0,0001 e 0,15 kg N_2O-N/kg N presente nei reflui, con il valore inferiore riferito ai reflui in forma liquida e i valori superiori riferiti a sistemi di gestione delle deiezioni in forma solida quali la lettiera profonda.

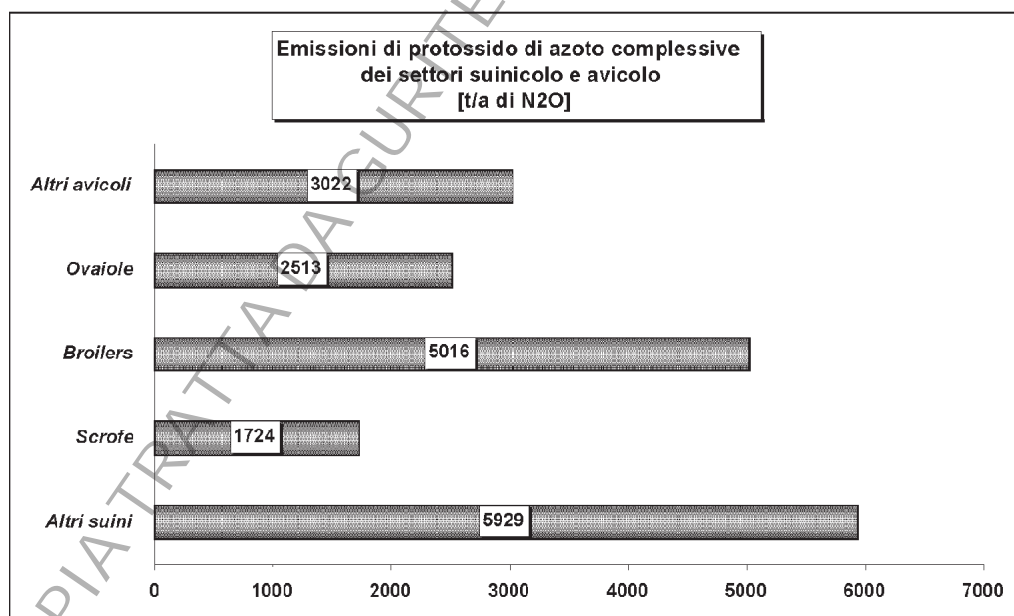
Per il nostro Paese, considerate le soluzioni di stoccaggio prevalenti, possono essere adottati i seguenti fattori di emissione di protossido d'azoto, in accordo con la metodologia proposta da IPCC (1996):

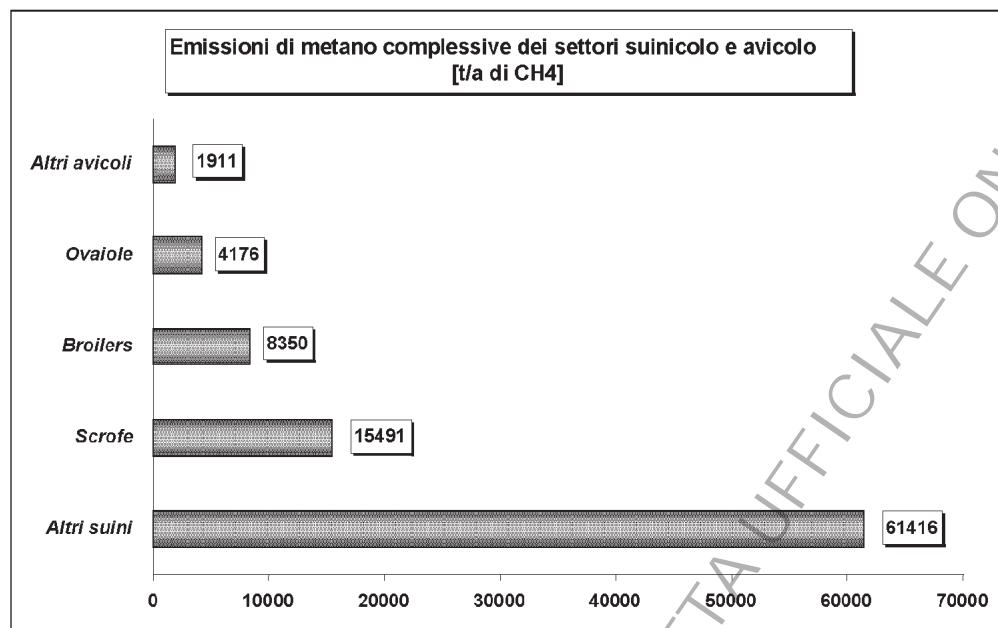
- lagunaggi anaerobici e sistemi di gestione in forma liquida: 0,001 kg N_2O-N/kg N escreto;
- stoccaggio di materiali solidi: 0,02 kg N_2O-N/kg N escreto;
- altri sistemi: 0,005 kg N_2O-N/kg N escreto.

N_2O dai suoli agricoli (emissioni dirette)

Si possono stimare in 6996 t/anno le emissioni di protossido di azoto derivanti dallo spandimento dei reflui avicoli e suinicoli sui terreni.

N_2O dai suoli agricoli (emissioni indirette)

Le deposizioni di NOx e ammonio determinano un apporto di azoto ai suoli e alle acque e pertanto possono favorire la formazione di N_2O. L'emissione di N_2O dovuta alla deposizione di NH_3-N+NO_x-N di origine zootecnica che volatilizza in atmosfera a seguito degli spandimenti viene stimata pari all'1% ed è complessivamente pari a 1398 t/anno.
Altre emissioni indirette di N_2O derivano dalla quota di N escreto che va soggetto a fenomeni di lisciviazione verso i corsi d'acqua e le acque profonde; secondo IPCC (1996) si può considerare una emissione di N_2O del 2,5% dell'N rilasciato, con una emissione per i comparti suinicolo e avicolo di 5239 t/anno di N-N_2O.
L'insieme dei due comparti zootecnici considerati porta ad una emissione di N_2O pari a 18.205 t/anno. Nella Figura che segue sono riportate le emissioni complessive di N_2O, in Italia, per alcune categorie di avicoli e di suini (Valli et al., 2000).

Metano (CH_4)

Le attività rappresentano una fonte significativa di emissione di gas metano. Secondo recenti stime alle attività agricole è attribuibile il 36% delle emissioni di metano (CH_4), derivanti quasi esclusivamente (circa il 30%) dal settore zootecnico.
Le emissioni di metano derivano sia dai processi digestivi (*emissioni enteriche*), sia dalla degradazione anaerobica delle deiezioni (*emissioni derivanti dalla gestione delle deiezioni*).
Il contenuto energetico dell'alimento viene trasformato mediante il processo di digestione e in parte perso come composti chimici nelle feci, nelle urine e nei gas di fermentazione. Il resto è utilizzato per produrre calore, per svolgere il lavoro corporeo e per costruire nuovi tessuti. L'entità delle varie perdite energetiche dipende dalle specie animali e dal tipo e qualità dell'alimento.
Il metano è un sottoprodotto della degradazione microbica dei carboidrati nell'apparato digerente degli erbivori. Le maggiori perdite enteriche di CH_4 si hanno nei ruminanti, che ospitano larghe popolazioni di batteri e protozoi nel rumine. Nel caso dei suini e degli avicoli tali perdite sono assai più contenute.
La quantificazione delle emissioni enteriche di metano per i suini, conformemente a quanto previsto da IPCC/OECD (1995), viene calcolata sulla base del coefficiente 1,5 kg/capo per anno.
Le emissioni di metano dalle deiezioni zootecniche derivano principalmente dai fenomeni di degradazione anaerobica che si verificano a carico della sostanza organica in esse presenti nel corso della conservazione prima dell'utilizzazione agronomica.
Rispetto alla produzione massima teorica di metano delle deiezioni riferita al loro contenuto di sostanza organica la produzione effettiva risulta più o meno ridotta in ragione delle diverse modalità di gestione adottati e delle condizioni ambientali.
La temperatura influenza in maniera determinante la produzione di metano dalle deiezioni considerato che quest'ultima risulta praticamente nulla a temperature inferiori a 10°C ed incrementa esponenzialmente alle temperature superiori a tale soglia. La quantità di metano emesso dipende pertanto dalla massa di refluo zootecnico, presente negli stoccaggi e quindi emettente, per il periodo dell'anno con temperature superiori a 10°C. Anche il tipo di refluo, liquame o materiale solido derivante dalla miscela di deiezioni e materiale di lettiera, influenza l'entità delle emissioni. Analogamente risultano rilevanti altre modalità di gestione dell'allevamento quali la presenza di aree aperte non pulite con continuità (paddock in terra), l'apertura del paddock, l'esercizio del pascolo, la presenza o meno di copertura nelle strutture di stoccaggio, le modalità di riempimento e di svuotamento delle strutture di stoccaggio.
Stime effettuate tenendo in considerazione i parametri ambientali e gestionali sopracitati portano alla definizione di un parametro medio nazionale pari a 8,4 kg/capo per anno per la categoria "altri suini" e a 20,7 kg/capo per anno per le scrofe.
Per gli avicoli, invece, sono stati adottati fattori di emissione in relazione all'area climatica (fredda o temperata): 0,078 - 0,117 kg/capo per anno. Come valore medio nazionale può essere considerato: 0.079 kg/capo per anno per i broilers, 0.082 kg/capo per anno per le ovaiole e 0.078 kg/capo per anno per gli altri avicoli.
Le emissioni di metano dai comparti considerati, in Italia, (vedi figura seguente) ammontano complessivamente a 91334 t/anno, di cui 15,4% come emissione enterica e il rimanente 84,5% come emissione dagli stoccaggi (Valli et al., 2000).

Emissioni di metano complessive dei settori suinicolo e avicolo
[t/a di CH4]
Altri avicoli
1911
Ovaiole
4176
Broilers
8350
Scrofe
15491
Altri suini
61416
0
10000
20000
30000
40000
50000
60000
70000

D. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Settore suinicolo

Le imprese di allevamento suino si distinguono a seconda che operino su una sola fase dell'allevamento (riproduzione oppure ingrasso) oppure sull'intero ciclo vitale dell'animale, dalla nascita all'avvio alla macellazione (ciclo chiuso). Normalmente anche gli allevamenti a ciclo chiuso vendono una parte dei propri lattoni ad allevamenti da ingrasso. Si stima che, in generale, gli allevamenti specializzati nella sola fase della riproduzione detengano il 27% delle scrofe: essi vendono i suinetti agli allevamenti da ingrasso. Questi dispongono di circa il 58% dei posti da ingrasso disponibili, allevando sia lattoni nati in Italia che lattoni nati all'estero, solitamente in Paesi membri del Nord Europa. Gli allevamenti a ciclo chiuso detengono il 73% delle scrofe e il 42% dei posti ingrasso disponibili e costituiscono la tipologia di allevamento prevalente nelle imprese di maggiore dimensione.
I ricoveri, divisi in locali specializzati per le diverse fasi di allevamento, sono muniti di tutte le attrezzature necessarie ad assicurare agli animali condizioni microclimatiche adatte alla loro omeostasi fisiologica, libero accesso all'acqua da bere, facile accesso al cibo ed efficace allontanamento delle deiezioni.
In media si può assumere che i capannoni destinati all'ingrasso abbiano una superficie totale di 950 mq, sufficienti per 1.000 posti da 20 a 160 kg di peso vivo.
Si stima che i capannoni destinati alla riproduzione ed al primo periodo di allevamento dei suinetti abbiano circa 1.000 mq. e ospitino 370 scrofe con tutte le relative attrezzature:

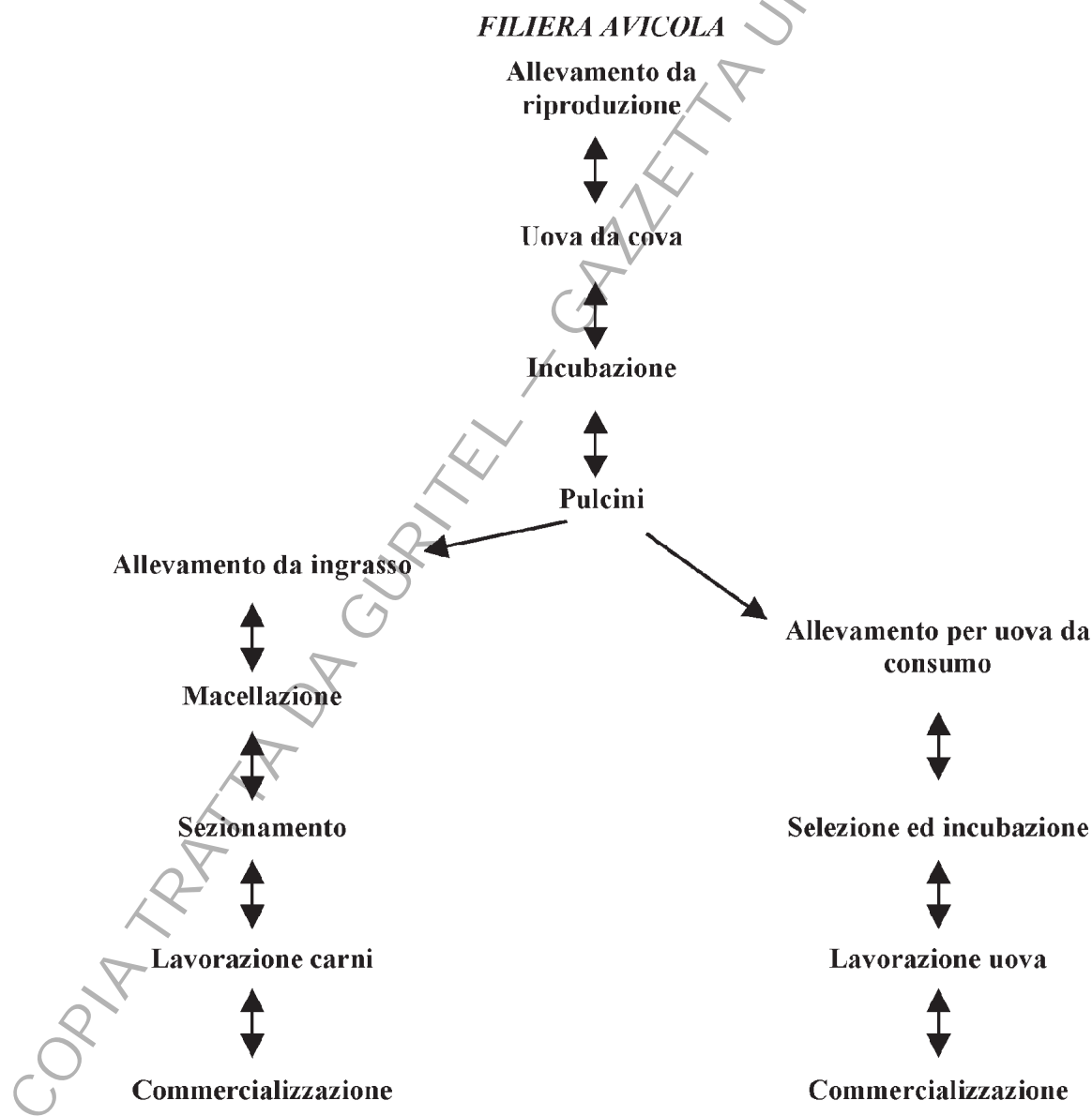
- gabbie parto;
- gabbie o box da gestazione;
- gabbie per l'allevamento dei suinetti, dallo svezzamento ai 25-30 kg di peso vivo.

Le scrofe partoriscono all'interno di apposite "gabbie parto" disegnate in modo da consentire l'allattamento dei suinetti e la loro protezione da schiacciamenti accidentali. Le gabbie parto sono collocate in ambienti a temperatura e ventilazione controllate e sono dotate di elementi radianti specifici per il riscaldamento dei suinetti che richiedono una temperatura più alta di quella ottimale per la madre. Il pavimento delle gabbie parto presenta una zona fessurata per l'allontanamento delle deiezioni della scrofa.
Le scrofe passano quasi 80 giorni all'anno nelle gabbie parto (cinque settimane per 2,2 parti/anno), e per il resto sono mantenute nelle "gabbie da gestazione" oppure in gruppi poco numerosi. Di norma, gli ambienti dove si trovano le gabbie da gestazione hanno una ventilazione naturale, pur essendovi previsti dei sistemi di soccorso. Anche le gabbie da gestazione possono presentare un pavimento parzialmente fessurato. L'alimentazione nelle gabbie parto è generalmente somministrata in forma secca, mentre nelle gabbie o box da gestazione è distribuita solitamente in forma liquida (broda o borlanda) con la fase liquida costituita da siero di latte proveniente dalla produzione di formaggio.
All'uscita dalle gabbie parto i suinetti pesano circa 7 kg, e vengono allevati in apposite gabbie sopraelevate con pavimento di materiale plastico forato. Le “gabbie da svezzamento” sono di norma tenute in ambienti a temperatura e ventilazione controllate.

Gi operatori chiamano "svezzamento", anche se sarebbe più corretto chiamarla fase di “post-svezzamento”, questa fase dell’allevamento durante la quale viene sempre somministrato alimento allo stato secco.
All'uscita dallo svezzamento i suinetti vengono trasferiti nei reparti di ingrasso, nello stesso o in altro allevamento, dove vengono tenuti in box a terra per un periodo di sette-otto mesi fino a raggiungere il peso di macellazione di 160 kg. In questa fase gli ambienti sono tipicamente a ventilazione naturale. La pavimentazione, sempre in cemento, può essere essenzialmente di quattro tipi: pavimento pieno (nell’area Padana circa 15% dei capi allevati), pieno con corsia esterna fessurata (40%), parzialmente fessurato (20%) e totalmente fessurato (25% dei capi allevati). Questi dati, frutto di un'indagine campionaria risalente ai primi anni '90, probabilmente sottostimano la diffusione del pavimento completamente fessurato, particolarmente frequente negli impianti più grandi e di più recente costruzione. Nella quasi totalità dei casi l'alimentazione durante l'ingrasso viene somministrata in forma liquida, a maggiore o minore tenore di sostanza secca, ma sempre con siero di latte.
Le deiezioni vengono rimosse assieme alle acque di lavaggio in forma liquida e avviate agli stoccaggi. Tradizionalmente gli stoccaggi venivano realizzati direttamente al di sotto del pavimento fessurato dei ricoveri, ma si tratta di sistemi ormai obsoleti e non più adottati nei ricoveri di moderna concezione. Oggi viene generalmente previsto l'allontanamento rapido e frequente delle deiezioni dalle vasche di raccolta sottostanti il fessurato verso le grandi vasche esterne di stoccaggio, normalmente capaci di contenere i liquami prodotti dall'allevamento in almeno 180 giorni.

Settore avicolo

Il settore avicolo comprende diverse fasi di produzione, come viene descritto nella Figura 1, che costituiscono l'intera filiera; le diverse fasi, inoltre, presentano una forte integrazione.
Il settore è altamente specializzato, se si considera che ogni allevamento è dedicato esclusivamente ad una specifica fase, che procede con il sistema del "tutto pieno, tutto vuoto". Pertanto l'allevamento dedicato ai riproduttori alleva esclusivamente questa categoria e non alleva soggetti da carne e così per tutte le diverse specie.
L'attività avicola, pressoché completamente integrata, consiste nelle seguenti fasi e cicli produttivi (Figura 1):

Figura 1

L'allevamento avicolo viene praticato in capannoni che insistono su aree agricole più o meno ampie. Di norma ogni allevamento avicolo è costituito di più capannoni che formano un'unica unità produttiva, e la media è di tre capannoni per allevamento.
Il numero di capi allevati varia a seconda della specie, della destinazione produttiva, delle caratteristiche ed ampiezza del capannone e del metodo di allevamento (a terra per i soggetti da carne, in batteria per le ovaiole).
In un capannone, che mediamente occupa una superficie di 1.200 - 1.500 mq., possono essere allevati:

- galline riproduttrici da 3.000 a 6.000;
- tacchini riproduttori da 2.000 a 3.000;
- polli da 10.000 a 20.000;
- tacchini da 3.000 a 6.000;
- faraone da 10.000 a 12.000;
- ovaiole da 30.000 a 60.000.

La specializzazione della produzione ha permesso di dotare i capannoni di allevamento di attrezzature specifiche, progettate per soddisfare le esigenze dell'animale e per evitare gli inconvenienti che possono creare disagio sia all'interno dell'ambiente che all'esterno.
Ogni capannone, pertanto, prevede:

- attrezzature di distribuzione dell'alimentazione e dell'abbeveraggio adeguate alla necessità della specie allevata e del tipo di stabulazione;
- sistemi di ventilazione, che garantiscano le condizioni di microclima ottimale per il benessere dell'animale in ogni momento dell'anno (stagionalità) e del dì;
- sistemi di gestione delle deiezioni, nei soli allevamenti in gabbia, che garantiscano la rimozione veloce dall'ambiente interno ed una riduzione del loro contenuto di acqua; negli allevamenti a terra, su lettiera, la gestione si effettua solo a fine ciclo.

In particolare per gli allevamenti a terra, su lettiera, tipici delle specie da carne, alla fine del ciclo di allevamento nei capannoni dedicati vengono attuate le pulizie che prevedono le seguenti attività: rimozione della lettiera esausta, lavaggio di tutto l'ambiente e successiva disinfezione.
Prima dell'inserimento degli animali per il nuovo ciclo viene ripristinata la lettiera, formata da paglia tranciata, da trucioli di legno o lolla di riso.
La scelta dei tipo di materiale costituente risulta del tutto indifferente, perché lo scopo della lettiera è di assorbire e diluire le deiezioni, funzioni per le quali ciascuno dei predetti materiali risulta idoneo. La qualità della lettiera esausta, come la qualità dell'ambiente di allevamento, dipende esclusivamente dalle condizioni di mantenimento della lettiera stessa durante il ciclo di produzione: il fattore determinante le condizioni ottimali è l'umidità, che dipende dal microclima del capannone e dallo stato del pavimento.
Completamente diverso, invece, il sistema di gestione delle deiezioni negli allevamenti dedicati alle galline ovaiole, che vengono nella maggior parte dei casi mantenute in gabbie, disposte in batterie sovrapposte, per garantire l'igiene e la salubrità dell'uovo.
Le pollastre vengono immesse nelle gabbie a circa 20-22 settimane di età (arrivate da allevamenti analoghi a quelli per le specie da carne) e vi permangono per un tempo di 12-13 mesi, che risulta essere il tempo ottimale di deposizione. Le gabbie sono di

dimensioni adeguate per contenere 4-5 animali ciascuna e sono disposte a piani sovrapposti generalmente 3-4, e sfasati appositamente per poter effettuare una adeguata gestione delle deiezioni. Gli impianti più diffusi, infatti, prevedono un sistema di trasporto a nastro, disposto sotto alla batteria di gabbie, che rimuove frequentemente la pollina dal ricovero, per trasportarla nel luogo di stoccaggio.
Anche in questo caso la qualità della pollina dipende dal grado di umidità, pertanto vengono mantenute condizioni di microclima adeguate e soprattutto vengono utilizzati sistemi di abbeveraggio progettati per rendere minimo lo spandimento di acqua.
La pollina rimossa dal ricovero viene trasferita all'esterno del capannone, dove viene messa in stoccaggio per un tempo variabile da 90 a 180 giorni per poter poi essere utilizzata come concime in agricoltura (spandimento) o avviata alla produzione di compost. Analoga destinazione subisce la lettiera esausta ottenuta dagli allevamenti a terra.
Nell'allevamento per galline ovaiole, cominciano ad avere una certa diffusione sia i sistemi a terra con parte del pavimento ricoperta da lettiera, sia i sistemi ad aviario nei quali le ovaiole hanno a disposizione uno spazio a terra ricoperto da lettiera e strutture a castello a più piani sulle quali sono installati posatoi, mangiatoie, abbeveratoi e nidi.

E. DESCRIZIONE DELLE ANALISI ELABORATE IN AMBITO COMUNITARIO PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE BAT, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO, OVE DISPONIBILI, ALLE CONCLUSIONI DEI BREF

Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per lo specifico settore

Nel caso delle tecniche da considerare BAT per gli allevamenti intensivi la Direttiva IPPC insiste particolarmente nel raccomandare agli Stati Membri sia di prendere in considerazione il rapporto costi/benefici e quindi la sostenibilità economica, sia di utilizzare, in luogo dei valori limite di emissione, parametri e misure tecniche equivalenti, basati sulle migliori tecniche disponibili.
Ciò è particolarmente importante per il comparto agro-zootecnico, nel quale la riduzione delle emissioni in atmosfera non può essere controllata come per qualsiasi comparto industriale, a causa delle intrinseche difficoltà che si hanno nel regolare i processi biologici, difficoltà che i processi industriali non hanno.

Nell'allevamento zootecnico sono numerose le attività che producono residui inquinanti: si va dagli scarti della preparazione degli alimenti, ai rifiuti solidi, alle acque di lavaggio delle attrezzature, alle deiezioni. Sono soprattutto queste ultime, indicate anche con il termine di effluenti, che costituiscono l'aspetto più critico dell'impatto ambientale dell'allevamento, per cui è in riferimento ad esse che si individuano e si illustrano nel seguito le BAT.
Nel definire la lista delle BAT, vengono dapprima indicate le tecniche definibili come buone pratiche di gestione dell'allevamento, per passare poi alle tecniche nutrizionali che possono avere influenza nella composizione di feci e urine e, da qui, alle tecniche di rimozione degli effluenti dai ricoveri, al loro successivo trattamento, stoccaggio e spandimento agronomico.

Tra gli inquinanti, l'attenzione maggiore viene rivolta all'ammoniaca, essendo questo il gas emesso in maggiore quantità e per il quale esiste il maggior numero di dati. Si assume, tuttavia, che le tecniche in grado di ridurre significativamente le emissioni ammoniacali, manifestino un'efficacia analoga nel ridurre le emissioni degli altri gas, odori compresi.
Altri impatti ambientali, come le emissioni di azoto e fosforo sul suolo e nelle acque superficiali e profonde, sono legati allo spandimento degli effluenti e, in particolare, ad applicazioni non corrette od eccessive rispetto alla capacità di asportazione delle colture. Le tecniche per ridurre questo tipo di potenziale danno ambientale consistono in misure che incidano su tutta la catena di gestione degli effluenti, comprendendo la riduzione dei volumi prodotti, l'eventuale trattamento per ridurne il potenziale inquinante e l'adozione delle buone pratiche agricole nella loro applicazione ai suoli coltivati.
Non tutte le tecniche descritte nel BREF saranno prese in considerazione nel presente documento. Quelle mai sperimentate nel nostro Paese oppure obsolete e ormai fuori mercato non saranno analizzate (ad esempio pavimento pieno totale, oppure lettiera

estesa a tutto il pavimento nella fase di ingrasso del suino pesante alimentato a broda, oppure certi tipi di gabbie parto).
Le tecniche saranno considerate individualmente e non in catena con altre tecniche, stabilendo per ciascuna il potenziale di riduzione di emissioni, l'applicabilità, gli effetti collaterali (indicati nel BREF come cross-media effects) positivi o negativi. Questi ultimi verranno valutati in particolare per quanto riguarda il benessere animale, le emissione di odori e di particolato sospeso, i consumi di acqua e di energia. Verranno considerati inoltre i costi, sia di investimento, sia di gestione, associati alla tecnica. Tutti gli aspetti di una tecnica vengono poi messi a confronto con quelli di una tecnica di riferimento (quella comunemente adottata negli allevamenti e che, in genere, dà luogo alle emissioni più alte) in modo da stabilirne l'efficacia relativa.
Il BREF ha dimostrato come una tecnica ben sviluppata in un Paese non sempre sia applicabile ed efficace in un altro, per cui è sbagliato pensare che possa avere le stesse performance ambientali ovunque, nei vari Paesi membri dell'Unione. Per questo il BREF va preso come traccia e non come documento che fornisce standard vincolanti sul piano legislativo.

Aspetti tecnici e tecnologici dello specifico settore

Tecniche in uso nei ricoveri per suini in accrescimento ingrasso e nei ricoveri per scrofe in gestazione

Una tipologia di stabulazione e di rimozione delle deiezioni che è diventata abbastanza comune negli allevamenti suinicoli negli ultimi 20-30 anni è costituita da: pavimento completamente fessurato con una fossa profonda sottostante, dalla quale le deiezioni vengono rimosse, con periodicità prolungata, generalmente una volta all'anno. Le emissioni di NH_3, CH_4, COV, N_2O vengono espulse dall'interno verso l'esterno grazie alla installazione di sistemi di aerazione forzata. Questa tipologia viene in genere presa come sistema di riferimento per valutare l'efficienza di abbattimento delle emissioni.
Una tecnica molto diffusa si differenzia dalla precedente soltanto perché la presenza del fessurato è limitata ad una parte del box, quella sulla quale il suino rilascia le deiezioni. L'animale infatti è condizionato a riservare al riposo e alla alimentazione la parte a pavimento pieno del box. Ciò significa che la superficie emittente è soltanto quella della fossa sottostante la parte fessurata, di estensione minore rispetto alla superficie che si ha nel sistema di riferimento precedentemente descritto.
Dati di letteratura dimostrano che un pavimento fessurato per circa il 50% della superficie, riduce le emissioni, almeno per quanto riguarda la NH_3, di circa il 20%.
Efficienze più o meno simili, sono stimabili per una tipologia esistente nel nostro Paese e pressoché assente nei paese del Centro Nord Europa. Si tratta dei ricoveri con box multipli per scrofe gestanti e per suini in accrescimento/ingrasso. I box hanno il pavimento interno pieno e una corsia esterna di defecazione con pavimento fessurato e fossa sottostante di stoccaggio delle deiezioni.
Sia il pavimento parzialmente fessurato, sia il pavimento pieno con corsia esterna fessurata migliorano notevolmente la loro efficienza di abbattimento delle emissioni se vengono abbinati a tecniche di rimozione rapida e frequente delle deiezioni. Anche il pavimento totalmente fessurato se abbinato a queste tecniche invece che alla fossa di stoccaggio sottostante, manifesta una certa riduzione delle emissioni. Le caratteristiche

salienti di queste tecniche di rimozione rapida e frequente, alcune delle quali testate dal CRPA per la quantificazione dei fattori di emissione, sono riportate nel Manuale per la Utilizzazione dei liquami zootecnici edito dalla Regione Emilia-Romagna e redatto dal CRPA. L'abbattimento della emissione è comparabile, anche se una graduatoria di efficienza crescente può essere, in via qualitativa, così stabilita:

- rimozione con sistemi in depressione (vacuum system);
- ricircolo con liquame chiarificato, aerato o non aerato;
- rimozione con raschiatore abbinato a sistema di drenaggio delle urine;
- rimozione con ricircolo di liquami aerati o non aerati in canali di veicolazione senza strato liquido.

Il sistema di ricovero a pavimento pieno con lettiera estesa a tutta la superficie del box dal punto di vista delle emissioni è comparabile al sistema di riferimento. Una certa riduzione delle emissioni è ottenibile invece con la lettiera limitata alla corsia esterna di box con pavimento pieno all'interno. L'abbattimento può essere ulteriormente aumentato se, nel pavimento, a ridosso della parete interna si realizza una zona fessurata con sistema sottostante di rimozione rapida e frequente dei liquami.

Tecniche in uso nelle sale parto e nei ricoveri per lo svezzamento

Il sistema di riferimento è costituito dalla classica gabbia con pavimento grigliato formato da elementi di plastica o di metallo e fossa sottostante con svuotamento a fine ciclo. Nel caso dei suinetti in svezzamento, invece della gabbia ci può essere un box a terra con pavimento fessurato, o più spesso grigliato, e fossa sottostante con svuotamento come sopra.

Una tecnica che consente una apprezzabile riduzione delle emissioni consiste nel conferire al pavimento sottostante il fessurato o il grigliato una inclinazione tale da favorire la separazione delle urine dalle feci. Le prime, contenenti la maggior quantità dell'azoto escreto, nonché l'enzima ureasi che libera rapidamente la NH_3 nell'ambiente, vengono allontanate subito per drenaggio, mentre le feci vengono allontanate solo a fine ciclo.

Migliori risultati si ottengono se anche le feci vengono allontanate con sistemi di rimozione rapida e frequente del tipo di quelli descritti per i settori accrescimento e ingrasso.

Anche per la lettiera di paglia valgono le considerazioni fatte per le scrofe gestanti e per i suini grassi. L'unica differenza sta nel fatto che la lettiera integrale (quella estesa a tutta la superficie del box) è, nel caso dello svezzamento, l'unica proponibile.

Tecniche per la riduzione delle emissioni di azoto con interventi sulla dieta

Si tratta di tecniche in fase di grande sviluppo. Alcune sono già oggi ritenute mature per essere introdotte in allevamento, altre sono in avanzata fase di messa a punto.

Tecniche per la riduzione delle emissioni dai ricoveri per ovaiole in gabbia e a terra

Il sistema di riferimento considerato è quello delle gabbie a piani sfalsati con sottostante fossa scoperta di stoccaggio delle deiezioni. E' questa la tipologia di stabulazione più largamente diffusa nel nostro paese. Il numero di piani di gabbie va da 2 a 4. Le deiezioni che si raccolgono nella fossa vengono rimosse con una periodicità che può essere relativamente breve (settimanale), se la fossa è poco profonda, o prolungata (anche un intero ciclo di allevamento), se la fossa è profonda. Per la rimozione, nel primo caso vengono impiegati raschiatori, nel secondo vengono di norma utilizzati piccoli mezzi meccanici. E' una tipologia di stabulazione che porta, specie nel caso dello stoccaggio prolungato, a elevate emissioni di ammoniaca, in quanto la pollina si accumula con un tenore di umidità tale da non consentire condizioni aerobiche che ne potrebbero favorire la disidratazione e di conseguenza una riduzione delle emissioni ammoniacali.
Infatti la possibilità di ridurre le emissioni di composti volatili dalle deiezioni avicole sono riconducibili in sostanza a interventi che portano a un rallentamento del processo di decomposizione. Questo risultato può essere ottenuto in particolare con una disidratazione della pollina quanto più rapida possibile, mediante sistemi di ventilazione forzata, fino a un tenore di sostanza secca superiore al 60%.
Le tecnologie disponibili sono diverse. La maggior parte di queste impiega gabbie sovrapposte con nastri di asportazione delle deiezioni. L'utilizzo di nastri azionati meccanicamente consente una asportazione frequente e soprattutto lascia, sotto ogni piano di gabbie, la pollina in uno strato relativamente sottile e non disturbato, che facilita il contatto di tutta la massa con l'aria e favorisce il processo di disidratazione. Tale processo viene poi accelerato mediante sistemi di ventilazione forzata localizzati, attuati mediante diverse tecnologie.
Nel seguito vengono brevemente elencate le tecniche già in uso o potenzialmente introducibili nel nostro paese:

- gabbie a piani sovrapposti con nastro di rimozione deiezioni e aerazione pneumatica della pollina sul nastro;
- gabbie a piani sovrapposti con nastro di rimozione deiezioni e aerazione meccanica (ventaglio tipo Salmet) della pollina sul nastro;
- gabbie a piani sovrapposti con nastro di rimozione deiezioni e aerazione della pollina in tunnel di ventilazione sopra le gabbie;
- gabbie a piani sovrapposti con nastro di rimozione deiezioni e aerazione della pollina in tunnel di ventilazione esterno al ricovero;
- ricoveri a due piani: il piano inferiore funge da stoccaggio della pollina ed è sottoposto ad intensa aerazione forzata.

Per quanto riguarda l'allevamento delle ovaiole a terra il sistema di riferimento è il ricovero con lettiera profonda su parte del pavimento e zona fessurata su fossa di raccolta della pollina tal quale. Sistemi con aerazione forzata della pollina sono in grado di ridurre le emissioni anche del 60-65%.
Esistono poi i sistemi ad aviario che rispondono egregiamente alle esigenze di benessere, ma comportano l'emissione di elevati quantitativi di polveri.

Tecniche per la riduzione delle emissioni dai ricoveri per avicoli a terra (broilers, tacchini e faraone)

La tecnica di riferimento considerata è quella dell'allevamento su lettiera di truciolo o di paglia (spessore 5-15 cm). Per prevenire le emissioni di ammoniaca è importante mantenere la lettiera quanto più asciutta possibile, il che può essere ottenuto, oltre che mediante adeguate installazioni strutturali per quanto riguarda il livello di coibentazione dell'edificio e in particolare del pavimento, e buone pratiche gestionali per quanto riguarda l'entità della ventilazione e la densità degli animali, facendo ricorso ad abbeveratoi che evitino la dispersione di acqua sulla lettiera (a goccia con sistemi antispreco).
Altre soluzioni che tendono a raggiungere elevati livelli di essiccazione della lettiera mediante una sua aerazione, mantenendola su pavimentazioni permeabili all'aria (floating-floor, perfofloor), sono ancora in via di sperimentazione in alcuni paesi del Centro Europa e vengono quindi incluse fra le tecniche emergenti. Tali sistemi comportano peraltro rilevanti consumi energetici per la ventilazione. Anche l'utilizzo dei numerosi additivi presenti sul mercato, da aggiungere alla lettiera per ridurne le emissioni, hanno mostrato, nelle sperimentazioni effettuate, risultati contrastanti.
Tra le tecniche che non si candidano a BAT vanno anche annoverati i sistemi di abbattimento biologico degli inquinanti nell'aria in uscita dai ricoveri, quali i biofiltri. Negli allevamenti avicoli infatti, pur essendo largamente impiegata la ventilazione artificiale, questa viene attuata in forma non canalizzata, con l'impiego di numerosi ventilatori assiali a parete. Il convogliamento di tutta l'aria di ventilazione a un unico punto di trattamento richiede complesse e onerose opere di canalizzazione che rendono la fattibilità tecnica di tali sistemi più teorica che effettiva.
Nell'allevamento suinicolo, poi, la ventilazione è nella maggior parte dei casi naturale, con i ricambi d'aria estesi a tutta la superficie finestrata, per cui eventuali canalizzazioni sono di fatto impraticabili.

Tecniche per la riduzione delle emissioni dall'allevamento avicolo con interventi sulla dieta

Sono da considerarsi tecniche di grande potenzialità, tuttavia non ancora adeguatamente sperimentate in Italia. Sono da ascriversi pertanto al gruppo delle tecniche emergenti.

Tecniche per lo stoccaggio degli effluenti

Il tipo di contenitore per lo stoccaggio dei liquami più diffuso nel nostro paese è la cosiddetta laguna con pareti e fondo scavati in terra. I nuovi contenitori vengono tuttavia realizzati prevalentemente in cemento armato in opera o prefabbricato, quasi sempre senza copertura.
Le tecniche di riduzione delle emissioni dagli stoccaggi sono pochissimo praticate e consistono in:

- coperture solide a solaio o a tetto. Sono applicabili alle vasche a pareti verticali. Non sono applicabili alle lagune in terra;

- croste naturali. Caricando i bacini di accumulo dal basso e riducendo gli interventi di miscelazione, liquami come quelli suinicoli ad alto tenore di solidi sospesi danno luogo alla formazione di croste naturali che possono ridurre significativamente le emissioni di tutti i gas. Anche questa tecnica non è applicabile nel caso delle lagune in terra, poiché, data la loro ampia estensione, la crosta non verrebbe mai rimossa completamente e, alla lunga, affonderebbe causando una riduzione, assieme ai sedimenti di fondo, della capacità di stoccaggio;
- sostituzione dei bacini in terra con vasche a pareti verticali o addirittura con silos alti più di 6 m, come efficace via per ridurre le emissioni.

Una tecnica che permette di ridurre una parte delle emissioni consiste nella realizzazione di pre-vasche per la sedimentazione dei solidi sospesi, con telo di copertura per la raccolta del biogas. E' stato infatti dimostrato che la zona di maggior produzione di biogas è quella in prossimità dell'ingresso dei liquami. Risulta quindi conveniente la copertura di questa prima parte dello stoccaggio, che dovrebbe avere un tempo di ritenzione di circa 2 mesi. La tecnica è utile per ridurre le emissioni di CH_4 ma non di NH_3.
Per il calcolo degli abbattimenti delle emissioni viene preso come sistema di riferimento lo stoccaggio in lagune scavate nel terreno.
Altre tecniche, pur raccomandate nei paesi del Centro-Nord Europa, hanno un basso livello di applicabilità negli allevamenti italiani e pertanto non sono da considerare candidate BAT. Tra queste rientrano le croste artificiali ottenute con materiali galleggianti quali paglia, torbe, palline di LECA, ecc... Tali materiali possono creare problemi di occlusione degli ugelli dei mezzi per lo spandimento o problemi di omogeneizzazione del liquame.
Altre tecniche come le coperture flessibili e galleggianti di plastica da distendere sulla superficie del bacino e la distesa di strato di olio galleggiante in superficie, hanno bisogno di verifiche sulla applicabilità e possono essere incluse tra le tecniche emergenti.
Per quanto riguarda il letame e le lettiere, non sono state ancora individuate tecniche soddisfacenti in grado di ridurre le emissioni.

Tecniche per la riduzione delle emissioni in atmosfera dagli spandimenti

La tecnica di riferimento che viene considerata è una tecnica ancora frequentemente in uso nel nostro paese, per la sua praticità e la capacità di minimizzare i costi dello spandimento. Consiste nei lunghi lanci in pressione con gli irrigatori o con il cannone del carrobotte. Livelli di emissione più bassi si hanno con lo spargimento in pressione a largo raggio effettuato con il piatto deviatore del carrobotte. Ma le emissioni dei gas possono essere ridotte ancora più drasticamente con lo spandimento raso terra in bande ristrette o, meglio ancora, con l'interramento del liquame. Quest'ultima operazione può avvenire o spandendo in superficie e successivamente arando il terreno oppure interrando direttamente con appositi mezzi.
I mezzi per l'interramento diretto del liquame sono di diverso tipo e mostrano diverse efficienze di abbattimento. Tutti possono essere usati in preparatura, mentre trovano fortissime limitazioni sui terreni prativi del nostro Paese per la natura argillosa dei suoli.

L'incorporazione diretta a elevata profondità potrebbe avere come contropartita negativa una accelerazione del processo di lisciviazione dei nitrati e di trasporto verso la falda.

Tecniche per la riduzione delle emissioni nelle acque

Le tecniche per ridurre il rilascio di nutrienti, di metalli pesanti, di sostanza organica (BOD_5) verso il corpo recettore acqua sono riconducibili a:

- buone pratiche agricole per evitare il ruscellamento e ridurre la percolazione dei nitrati;
- buone tecniche di costruzione dei bacini di stoccaggio.

Tali tecniche sono descritte nel Codice di Buona pratica Agricola pubblicato a cura del Ministero per le Politiche Agricole.
Come buona tecnica si raccomanda la riduzione degli sprechi idrici per ridurre il volume di liquami.
Tale risultato viene raggiunto anche con tecniche di aggiustamento del rapporto acqua/mangime. L'insieme di una serie di elementi fa ritenere come opportuno un rapporto fra acqua e mangime somministrati di 3:1 per l'alimentazione in forma liquida ed un rapporto di 4:1 quando la parte liquida dell'alimento sia costituita da siero di latte.

Tecniche per la riduzione delle emissioni nel suolo

- Buone pratiche agricole per mitigare gli effetti di Na e Cl sul suolo, riportate nel Codice di Buone Pratiche Agricole, edito a cura del MIPAF;
- interventi sulla dieta per ridurre l'escrezione di Fosforo e sostanze bioaccumulabili (Cu e Zn). Tecniche finalizzate a questo scopo sono in fase di rapido sviluppo.

Aspetti ambientali: i consumi (energetici, idrici, di materie prime)

Consumi energetici per gli allevamenti suinicoli

La quantificazione dei consumi energetici delle imprese zootecniche è impresa complessa in quanto il sistema produttivo italiano risulta tutt'altro che omogeneo quanto a struttura di base e a orientamenti produttivi. Inoltre, le tecnologie applicate al processo produttivo, dalle quali dipende in larga misura l'entità del consumo energetico, variano in modo consistente a seconda delle caratteristiche strutturali e produttive degli allevamenti.

Nella tabella seguente vengono riportati i consumi energetici medi del settore per tipologia di allevamento e per tipo di fonte energetica utilizzata così come risultano da un'indagine condotta dal CRPA.

Entità media del consumo energetico per tipologia di allevamento suino e per tipo di fonte energetica utilizzata (Wh/giorno per capo presente) in Italia (Fonte: CRPA)

Fonte Energetica	Tipo di allevamento Ciclo chiuso	Riproduzione	Ingrasso
Consumi elettrici	117	108	62
Gasolio	178	177	35
Metano	13	17	0
Olio combustibile	27	11	77
Gas liquido	26	65	1
Totale consumi termici	243	270	113
Totale consumi energetici	**360**	**378**	**175**

Negli allevamenti osservati il consumo energetico medio è pari a 319 Wh/giorno per capo presente. I valori massimi si sono rilevati negli allevamenti da riproduzione, mentre quelli più bassi negli allevamenti da ingrasso. I fabbisogni energetici sono correlati anche alla dimensione produttiva aziendale in quanto, a fronte di un consumo unitario di poco superiore ai 236 Wh/giorno in allevamenti con meno di 500 capi, si arriva a 444 Wh/giorno in allevamenti con oltre 3.000 suini (tabella successiva). Ciò deriva dal fatto che all'aumentare della dimensione produttiva aumenta il livello di dotazione tecnologica degli allevamenti.

Entità media del consumo energetico per dimensione dell'allevamento suino e per fonte energetica utilizzata (Wh/giorno per capo presente) in Italia (Fonte: CRPA)

Fonte Energetica	Numero di suini Fino a 500	da 501 a 1.000	da 1.001 a 3.000	oltre 3.000
Consumi elettrici	61	98	93	150
Gasolio	84	107	169	208
Metano	2	12	23	10
Olio combustibile	48	29	11	49
Gas liquido	42	48	18	26
Totale consumi termici	175	197	221	294
Totale consumi energetici	**236**	**295**	**314**	**444**

In valori assoluti, la fonte energetica che si è dimostrata concorrere in maggior misura al fabbisogno degli allevamenti censiti è il *gasolio*, che fornisce circa 142 Wh/giorno per capo presente, corrispondenti al 45% del fabbisogno energetico medio complessivo degli allevamenti. A livello di tipologia di allevamento la più evidente differenza riguarda l'ingrasso, dove il gasolio apporta soltanto il 20% del fabbisogno energetico complessivo. L'energia elettrica occupa il secondo gradino in ordine di importanza e mantiene questa posizione in tutti e tre i tipi di allevamento, coprendo una quota del 30-35% del consumo globale. Olio combustibile e gas liquido concorrono singolarmente al fabbisogno energetico delle aziende suinicole controllate per il 10% circa del consumo complessivo; ma l'olio combustibile è anche la fonte energetica più importante per gli allevamenti all'ingrasso, dove soddisfa il 44% del consumo totale.
Possiamo dire che, mentre l'energia elettrica costituisce la fonte energetica di base, in

quanto diffusa nella stragrande maggioranza degli allevamenti, di fatto i maggiori contributi energetici vengono apportati da altre fonti: dal gasolio nelle aziende a ciclo chiuso e da riproduzione e dall'olio combustibile nelle aziende dedite all'ingrasso.
Grande importanza nella determinazione del livello dei consumi hanno le scelte di tipo tecnologico, come la presenza di soluzioni impiantistiche più o meno complesse per la preparazione e la distribuzione degli alimenti e per la veicolazione delle deiezioni.
Inoltre, il consumo di energia dell'azienda suinicola può essere incrementato in modo decisivo dalla presenza di particolari impianti ad elevato input energetico quali il depuratore dei liquami.
Un aspetto da considerare è la variabilità dei consumi energetici nell'arco dell'anno.
Le variazioni stagionali sono innanzitutto legate alla tipologia d'allevamento, in quanto questa, a sua volta, determina la dotazione tecnologica. In allevamenti da riproduzione o a ciclo chiuso, nei quali l'incidenza dei consumi imputabili al controllo ambientale può raggiungere il 60-80% del consumo energetico globale, tali variazioni stagionali possono essere molto consistenti; infatti, l'entità dei consumi energetici per la produzione di calore in inverno sono di gran lunga maggiori di quelli estivi per la ventilazione.
Risulta evidente che l'entità del consumo energetico di tipo termico è legata alle variazioni climatiche stagionali, raggiungendo il massimo durante l'inverno.
Il consumo di energia elettrica, invece, può assumere andamenti annuali differenti in base al tipo di dotazione impiantistica presente nell'allevamento.
Nel caso di allevamenti all'ingrasso dotati di impianti di ventilazione dei locali si riscontrano dei picchi di consumo durante i mesi più caldi dell'anno. Viceversa, in allevamenti da riproduzione ove siano presenti utenze elettriche per il riscaldamento e la ventilazione i consumi più elevati si rilevano durante la stagione fredda.
Anche l'andamento giornaliero e settimanale del consumo di energia elettrica è molto vario e legato al tipo di dotazione impiantistica presente in allevamento.

Consumi energetici per gli allevamenti avicoli

Negli allevamenti **avicoli da carne** i principali consumi energetici si riferiscono a:
- riscaldamento ambientale nella fase iniziale del ciclo, effettuato con le «madri artificiali», che comportano consumi, variabili in funzione del tipo di impianto e di fonte di calore utilizzata, di 13 - 20 Wh/capo per giorno;
- ventilazione dei ricoveri, preparazione e distribuzione degli alimenti che comportano complessivamente consumi dell'ordine di 5 - 9 Wh/capo per ciclo.

Per quanto riguarda gli allevamenti di **ovaiole** il riscaldamento artificiale dei ricoveri non viene di norma praticato, data l'elevata densità dei capi e le loro non esigenti necessità termiche. Un consumo rilevante è quello relativo all'illuminazione: per mantenere artificialmente un periodo di luminosità costante nell'anno, finalizzato all'incremento della produzione di uova, si hanno consumi, nei mesi a più corto periodo diurno, di 0.15-0.40 Wh/giorno per capo. Per la raccolta e la selezione delle uova vengono impiegate potenze pari a 1 kW per 50-60 m di nastro trasportatore e di 1.5 kW per l'azionamento dei servizi di banco. Gli altri consumi, relativi alla preparazione e distribuzione dell'alimento, alla ventilazione dei ricoveri, all'eventuale riscaldamento

dell'acqua di abbeverata nei mesi invernali, risultano del 30-35% superiori a quelli degli allevamenti di broilers.
La conservazione delle uova, qualora necessaria per ragioni commerciali o di riproduzione, comporta consumi di energia elettrica dell'ordine di 0.30-0.35 Wh/x uovo giorno.
In complesso quindi l'assorbimento di energia varia, in funzione del periodo e del tipo di allevamento, fra 3.5 e 4.5 Wh/capo per giorno, con due picchi giornalieri e un carico di potenza di 1-1.2 W per capo.
Anche nel caso della azienda avicola (sebbene in misura minore rispetto a quella suinicola) si riscontrano casi di presenza di mangimificio aziendale, un impianto ad elevato input energetico che influenza in modo decisivo i consumi.
La variabilità dei consumi energetici nell'arco dell'anno è legata innanzitutto alla tipologia d'allevamento, in quanto questa, a sua volta, determina la dotazione impiantistica. Negli allevamenti avicoli da carne, nei quali l'incidenza dei consumi imputabili al controllo ambientale è prevalente, le variazioni stagionali possono essere molto consistenti; infatti, l'entità dei consumi energetici per la produzione di calore in inverno sono maggiori di quelli estivi per la ventilazione. Negli allevamenti da carne si riscontrano consumi elettrici che presentano un massimo nel periodo estivo (ventilazione) e consumi termici che presentano un massimo nel periodo invernale (riscaldamento ambientale). L'andamento del consumo energetico globale risulta quindi un po' livellato, come distribuzione annuale. Negli allevamenti di ovaiole, invece, dove manca il riscaldamento ambientale invernale, il picco nei consumi energetici (elettrici) si riscontra in estate, dovuto all'incremento della ventilazione.
Anche l'andamento giornaliero del consumo di energia elettrica è molto vario e legato al tipo di dotazione impiantistica presente in allevamento. Presenta, in ogni caso, i due picchi giornalieri legati alla distribuzione dell'alimento.
Un contenimento dei consumi energetici per la climatizzazione dei ricoveri può essere ottenuto attraverso l'uso di una buona coibentazione delle strutture dell'edificio e mediante l'applicazione di tecniche di raffrescamento naturale e attraverso l'ombreggiamento ottenuto tramite l'impianto di idonee alberature perimetrali.

Consumi idrici per gli allevamenti di suini

Il consumo idrico negli allevamenti italiani è ancora in larga parte influenzato dall'uso dell'acqua per il lavaggio dei pavimenti al fine di asportare le deiezioni. A seconda del tipo di pavimento si va dai 15 l/capo per giorno impiegati nelle porcilaie con box a pavimento pieno, ai 5 l/capo per giorno impiegati nei box con pavimento parzialmente fessurato, a 0 l/capo per giorno nei box con pavimento totalmente fessurato. Per capo si intende un animale di 100 kg di peso vivo.
Accanto a questi consumi ci sono poi quelli di abbeverata, differenziabili a loro volta in 4 frazioni:

1. l'acqua necessaria per il soddisfacimento dei fabbisogni di mantenimento dell'omeostasi e di quelli per l'accrescimento;
2. l'acqua ingerita dagli animali in più di quella necessaria;
3. l'acqua che viene sprecata al momento dell'abbeverata a causa di una errata strutturazione dell'impianto di erogazione;

4. l'acqua utilizzata dagli animali per il soddisfacimento dei fabbisogni comportamentali quale quella fatta fuoriuscire dagli abbeveratoi durante i comportamenti stereotipati generati dalla mancanza di oggetti "di gioco" diversi dagli abbeveratoi.

Di queste quattro frazioni solo la prima è quella realmente necessaria e, pertanto, deve essere messa a disposizione degli animali.

Il fabbisogno idrico dei suini in accrescimento varia, a seconda dell'età da un massimo di 4 litri per kg di mangime ingerito durante l'allattamento, ad un minimo di 2 litri per kg di mangime ingerito oltre i 100 kg di peso vivo.

Per le scrofe il fabbisogno può essere stimato in 10-20 litri capo per giorno nel corso della gravidanza ed in 25-40 litri capo per giorno durante l'allattamento. Tale fabbisogno tiene conto non solamente dell'acqua necessaria per il mantenimento dell'omeostasi e la produzione di suinetti o latte, ma anche degli effetti positivi che una così alta ingestione di acqua determina sulla capacità di ingestione delle scrofe in allattamento e sul mantenimento della sanità dell'apparato urogenitale per le scrofe in gravidanza. Tali positivi effetti fanno si che non sia auspicabile una riduzione dell'ingestione di acqua da parte delle scrofe al di sotto dei limiti indicati.

L'attenzione deve dunque essere posta alla riduzione dello spreco di acqua di abbeverata nelle fasi di ingrasso del suino attraverso una corretta costruzione degli impianti di abbeverata ed una corretta gestione dei medesimi.

Nell'ingrasso del suino pesante, il tipo di suino più allevato in Italia, l'alimento viene prevalentemente somministrato sotto forma liquida con rapporti acqua : mangime che sono generalmente attorno a 4 : 1; qualora venga utilizzato il siero di latte residuato dalla produzione di formaggi tali rapporti possono giungere anche a 6:1.

In tutti gli allevamenti, anche quando l'alimentazione sia in forma liquida, sono presenti abbeveratoi con caratteristiche di funzionamento anche molto diverse; ciò determina una notevole variabilità di sprechi dell'acqua nel corso dell'abbeverata. Il modello più diffuso è l'abbeveratoio a succhiotto nel quale l'erogazione di acqua è sempre disponibile nell'arco delle 24 ore. Ciò favorisce gli sprechi legati ai citati comportamenti stereotipati degli animali.

Consumi idrici per gli allevamenti avicoli

Nel processo di allevamento nel settore avicolo il consumo preponderante di acqua è richiesto per soddisfare le necessità fisiologiche degli animali. Naturalmente i consumi variano a seconda della specie e del sistema di allevamento e risultano condizionati da diversi fattori che dipendono dallo stato di benessere dell'animale (stato di salute, condizioni microclimatiche, tipologia di alimentazione e sistema di abbeveraggio). I fabbisogni medi, risultato di indagini condotte in allevamenti del Veneto e della Romagna, sono riportati nella tabella successiva.

Fabbisogni medi di acqua negli allevamenti	
broilers:	4,5 - 11 litri/capo per ciclo;
ovaiole:	10,0 litri/capo per ciclo 1ª fase (fino alla produzione); 80 l/capo per anno (fase produzione uova);
tacchini:	70,0 litri/capo per ciclo;
faraone:	9-10 litri/capo per ciclo;

Consumo di mangimi negli allevamenti di suini

In genere l'alimentazione è ad libitum nei suini leggeri capaci di un forte sviluppo muscolare e razionata per quelli pesanti e a rilevante propensione all'adipogenesi.
Per il suino pesante qualora si faccia ricorso a siero di latte (5-6% di s.s.), 13-15 l di siero possono sostituire 1 kg di mangime. Il siero di latte può essere utilizzato in dosi crescenti da 3-4 l/capo per giorno a 30 kg di peso fino a 10-12 l oltre i 130 kg. Quantità superiori possono peggiorare l'utilizzazione dell'intera razione.
Nella tabella seguente è riportato un esempio di razionamento che viene seguito per suini all'ingrasso nel nostro Paese.

Esempio di razionamento utilizzato per suini all'ingrasso							
	Suino pesante						
Peso vivo (kg)	Fino a 25	30	50	75	100	125	150 ed oltre
Mangime (88% s.s.) (kg)	ad lib.	1,2-1,5	1,5-2,0	2,0-2,5	2,5-3,0	2,7-3,2	3,0-3,4
Mangime (% sul p. v.)	---	4-5	3-4	2,7-3,3	2,5-3,0	2,2-2,5	2,0-2,2
Mangime (% sul peso metabolico) ($p^{0,75}$)	---	10-12	8-10	8-10	8-10	7-9	7-8
	Suino leggero						
Mangime (88% s.s.)	ad lib.	1,5	2,2	2,8	3,1	---	---
Mangime tipo (Energia Digeribile) (kcal/kg)	3.300	3.200	3.200	3.200	3.200	---	---
Lisina (%)	1,20	0,95	0,90	0,85	0,80	---	---

N.B.: Questi dati possono subire delle variazioni in funzione dei fattori sopraindicati

Alle scrofe in gestazione vengono somministrate razioni a moderato livello nutritivo, per cui è raro trovare razioni che eccedano i 2,5 kg giornalieri di mangime.
Per fare fronte alla crescente richiesta di carne magra da parte dei consumatori, è disponibile oggi in Italia una grande varietà di razze selezionate e di ibridi commerciali con capacità molto differenti di crescita giornaliera del tessuto magro. Riportiamo nelle due tabelle seguenti alcuni esempi di livelli nutritivi che vengono normalmente adottati per alcuni ibridi commerciali (Mordenti e coll., 1983), allo scopo di ottenere buone percentuali di tessuto magro.

Livelli pratici nutritivi riscontrabili per i più comuni ibridi (linea pesante) utilizzati nel nostro Paese (% del mangime tal quale)			
Parametri nutritivi	**Suini 35 – 90 kg**	**Suini 90 – 140 kg**	**Suini 140 – 160 kg**
Prot. grezze	15 – 17	14 – 16	13
Lipidi grezzi	4 – 5	< 5	< 4
Fibra grezza	< 4,5	< 4,5	< 4
Lisina totale	0,75 – 0,90	0,65 – 0,75	0,60 – 0,70

Met. + Cist. Totale	0,45 – 0,58	0,42 – 0,50	0,36 – 0,40
Triptofano totale	0,15	0,15	0,10 – 0,12
Treonina totale	0,42 – 0,63	0,50	0,40
Calcio	0,75 – 0,90	0,75 – 0,90	0,65 – 0,80
Fosforo totale	0,62 – 0,70	0,50 – 0,70	0,48 – 0,50
E. Dig. kcal/kg	> 3.200	> 3.200	> 3.200
E. Met. kcal/kg	3.100	3.100	3.100

Livelli pratici nutritivi che si riscontrano per le scrofe ibride (% del mangime tal quale)		
Parametri nutritivi	**Scrofe in gestazione**	**Scrofe in lattazione**
Prot. Grezze	13,0 – 14,5	15 – 18
Fibra grezza	5,4 – 8	max 4,5 – 7
Lisina totale	0,45 – 0,70	0,70 – 0,90
Met. + Cist. Totale	0,30 – 0,45	0,38 – 0,60
Triptofano totale	0,009 – 0,16	0,14 – 0,16
Calcio	0,7 – 1,0	0,8 – 1,0
Fosforo totale	0,65 – 0,80	0,60 – 0,80
E. Dig. kcal/kg	3.000	3.150
E. Met. kcal/kg	2.950	3.000

Consumo di mangimi negli allevamenti avicoli

Nel prospetto che segue viene riportato il quantitativo di mangime che viene normalmente somministrato alle più comuni specie avicole nel nostro Paese (dati di Industria mangimistica Veronesi):

Quantitativo di mangime somministrato alle più comuni specie avicole	
broilers:	4,5 kg/capo per ciclo;
ovaiole:	5,5 kg/capo nella 1ª fase; 45 kg/capo per anno;
tacchini:	33-35 kg/capo per ciclo;
faraone:	4,5 kg/capo per ciclo;

Aspetti ambientali: le emissioni (in atmosfera, negli scarichi idrici, termiche, sonore, da vibrazione)

Emissioni dai ricoveri di suini

I fattori di emissione riportati nel seguito sono stati calcolati sulla base delle indicazioni della letteratura europea, in particolare olandese, e corretti per la situazione italiana per

tenere conto delle differenze di temperatura media ambientale, di peso medio degli animali allevati, di sistemi di stabulazione. Si tratta quindi di valori medi ponderati, calcolati al fine di effettuare inventari delle emissioni su scala territoriale molto ampia. I fattori di emissione riportati al paragrafo che segue, quello sulle BAT, sono invece specifici per le diverse tecniche applicate nella realtà aziendale.

Per gli edifici adibiti alla riproduzione (scrofe + suinetti), si stima che la tipologia di stabulazione in Italia risulti simile a quella adottata nei paesi del centro europa e si utilizza, per la situazione nazionale, un dato europeo cui viene applicato il fattore correttivo relativo alla temperatuta ambientale. Risulta un fattore di emissione medio pari a 7,2 kg N/capo per anno.
Per gli altri suini, oltre al fattore correttivo sulla temperatura, si è tenuto conto della distribuzione delle categorie di peso rilevate dal Censimento generale dell'Agricoltura (ISTAT, 1991) e della relativa distribuzione della tipologia costruttiva dei ricoveri (stabulazione su fessurato totale, su fessurato parziale, su pavimento pieno). Le emissioni di ammoniaca sono infatti fortemente influenzate dalla entità delle superfici emittenti e dal loro livello di pulizia, per cui ci si devono attendere emissioni maggiori da una pavimentazione totalmente fessurata, sotto la quale permane un continuo stoccaggio di deiezioni, rispetto a un pavimento parzialmente fessurato, nel quale la superficie emittente viene ridotta di oltre la metà, e rispetto a un pavimento pieno, dal quale le deiezioni vengono rimosse quotidianamente con uso di acqua. Considerando una media fra le indicazioni di letteratura disponibili, risultano fattori di emissione, per i suini di oltre 50 kg, di 2.43 kgN/capo per anno per il fessurato totale e di 1.72 kgN/capo per anno per il fessurato parziale. Per il pavimento pieno si è ritenuto di poter utilizzare lo stesso fattore di un fessurato parziale. Tenuto conto che in Italia il pavimento parzialmente fessurato è la tipologia di stabulazione maggiormente diffusa nel comparto dei suini da ingrasso (oltre il 55% dei capi, in una indagine svolta nel 1993 in Regione Emilia Romagna nell'ambito del Piano Territoriale Operativo di Risanamento per il Settore Zooagricolo) si è stimato un fattore di emissione medio ponderato fra quelli citati. E' risultato, per l'intera categoria "altri suini", comprendendo anche il comparto magronaggio e i verri, un fattore di emissione di 1.8 kg N/capo per anno.

Emissioni dai ricoveri di ovaiole

Le galline ovaiole in Italia sono nella quasi totalità dei casi stabulate in gabbia, senza uso di lettiera. Le più diffuse tipologie di gabbie sono le batterie a piani sfalsati con sottostante accumulo delle deiezioni. Le deiezioni vengono rimosse con periodicità che può essere di circa 1 volta/settimana (fosse poco profonde) o di 1 volta/anno (fosse profonde). Il fattore di emissione, desunto dalla letteratura internazionale, viene applicato al caso Italia tenendo in considerazione i sistemi di stabulazione ed un fattore di correzione legato alla temperatura ambientale. Risulta un fattore emissivo pari a 0,180 kg N/capo per anno.

Polli da carne

I polli da carne sono stabulati su lettiera di paglia o di truciolo. La durata del ciclo di accrescimento in Italia è di 55-60 giorni, per raggiungere un peso finale di 2-2,5 kg. Al termine del ciclo viene effettuato un periodo di vuoto sanitario di 10-15 giorni. Vengono di conseguenza effettuati di norma 5-5,5 cicli/anno. Il fattore di emissione per il caso Italia viene stimato, sulla base di alcune rilevazioni fatte dal CRPA, pari a 0,093 kg N/capo per anno.

Altri avicoli

Per questa categoria animale il fattore di emissione tiene conto dei singoli fattori delle specie (tacchini, anatre, faraone), corretti per un coefficiente legato alla temperatura ambientale, e delle consistenze di ciascuna classe: in media si stima un'emissione pari a 0,23 kg N/capo per anno.

Emissioni dagli stoccaggi di suini

Le emissioni dagli stoccaggi esterni ai ricoveri dipendono dal tipo di deiezione, dal tempo di stoccaggio, dalla temperatura, dalla velocità del vento, dalla forma del contenitore, dalle modalità di caricamento del contenitore. Le tipologie dei contenitori di stoccaggio dei liquami comunemente impiegate sono le vasche e le lagune. Queste ultime, per la loro forma caratterizzata da una elevata superficie esposta rapportata alla capacità, rappresentano una tipologia a più elevata emissione rispetto a una vasca. Considerando volumetrie tipiche per tali contenitori e le caratteristiche dimensionali imposte dalle pendenze degli argini, si può calcolare un incremento della superficie di liquame esposta, nelle lagune rispetto alle vasche, di circa il 40%. Dal momento che le emissioni di ammoniaca dagli stoccaggi vengono stimate proporzionali alla superficie di liquame esposta all'aria, le emissioni dalle lagune risulteranno di circa il 40% superiori a quelle delle vasche.

Le deiezioni suine in Italia si possono considerare quasi del tutto in forma di liquame, con un contenuto tipico in Sostanza Secca (SS) pari al 3%. La tipologia più diffusa per i contenitori di liquame è la laguna in terra. Si può stimare che degli stoccaggi il 30% sia in vasche, il 70% in lagune. L'entità dell'emissione, calcolata considerando la relativa diffusione delle vasche e delle lagune, risulta pari al 17,3% rispetto all'azoto pervenuto allo stoccaggio, che corrisponde a un fattore di emissione medio di 2,4 kg N/capo per anno nel caso dei suini all'ingrasso e di 5.5 kg N/capo per anno nel caso delle scrofe.

Emissioni dagli stoccaggi avicoli

La tipologia di gabbie per galline ovaiole più diffuse in Italia dà luogo alla produzione di un liquame a un tenore di SS pari a circa 20%. Si stima che dallo stoccaggio in

contenitori esterni al ricovero di tali deiezioni (tutti in forma di vasche) si abbiano perdite di azoto pari all'11% di quello pervenuto, ossia di 0,06 kg N/capo per anno.
Per i broiler le emissioni dallo stoccaggio delle lettiere sono stimate pari a 0,016 kg N/capo per anno, valore che corrisponde al 5,6% dell'azoto in stoccaggio. Per gli altri avicoli si utilizza lo stesso fattore percentuale, il che porta a un fattore medio pesato per l'intera categoria di 0,043 kg N/capo per anno.

Emissioni dallo spandimento

Le emissioni di ammoniaca a seguito della applicazione dei liquami sul suolo sono influenzate da diversi fattori, in particolare il tipo di liquame, il suo tenore in azoto ammoniacale, il suo tenore in sostanza secca, le caratteristiche del suolo, la presenza/assenza di copertura vegetale, l'epoca di spandimento, le condizioni climatiche (temperatura dell'aria e del suolo, umidità dell'aria, intensità del vento), etc.
Per le deiezioni suine, utilizzando le numerose indicazioni di letteratura disponibili, dalle quali fosse possibile desumere informazioni sulle condizioni climatiche che si avevano in occasione dei rilevamenti, si sono calcolati fattori di emissione diversi per le regioni del Nord Italia e per quelle del Centro-Sud. Per il Nord Italia si sono calcolate perdite pari al 28% dell'N-NH4 applicato e pari al 31% per le regioni del Centro-Sud. Il fattore di emissione medio per l'Italia risulta di 2,1 kg N/capo per anno nel caso dei suini all'ingrasso e di 4,7 kg N/capo per anno nel caso delle scrofe.
Per le deiezioni avicole, invece, non si sono considerate differenziazioni geografiche. Le emissioni medie sono state stimate, per la pollina di ovaiole in forma di liquame, pari al 54,6% dell'N-NH4 applicato, ossia di 0.10 kg N/capo per anno, e per le lettiere di avicoli pari al 29,0% dell'N-NH4 applicato, il che significa per i broilers 0,02 kg N/capo per anno e per gli altri avicoli 0,04 kg N/capo per anno.
Nella tabella che segue vengono riassunti in un unico prospetto riportati i valori di escrezione e i fattori di emissione medi ponderati sopra illustrati, validi a fini di inventario delle emissioni in Italia, per i due comparti suinicolo e avicolo.

Fattori di emissione di ammoniaca dai comparti suinicolo ed avicolo				
Categoria animale	**Escrezione**	**Emissione(kg N/capo per anno)**		
		Ricoveri	Stoccaggio	Spandimento
Altri suini	15.4	1.8	2.36	2.1
Scrofe	38.8	7.2	5.46	4.7
Broilers	0.38	0.093	0.016	0.02
Ovaiole	0.77	0.18	0.06	0.10
Altri avicoli	0.99	0.23	0.043	0.04

Aspetti ambientali: la produzione di rifiuti

Rifiuti solidi negli allevamenti di suini

Gli unici dati disponibili sono stati raccolti in allevamento suinicolo a ciclo chiuso (tabella successiva), dove si presume che la produzione sia, a parità di peso vivo, un poco più alta di quella che si ha in un allevamento all'ingrasso. I dati non si riferiscono all'azienda agricola complessiva, ma soltanto al settore allevamento.
I codici dei rifiuti sono stati aggiornati secondo la Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio del 9 aprile in base a quanto previsto dalla Decisione della Commissione europea del 2000/532, modificata da ultimo con Decisione 2001/573.

Produzione di rifiuti solidi in un allevamento a ciclo chiuso di 750 scrofe Il peso vivo finale del suino prodotto è di 160 kg	
Rifiuti pericolosi	
13 02 06 Oli esausti (da trattori e gruppi elettrogeni)	30 kg/anno
16 06 01 Batterie	1/anno
15 01 10 imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose (ad esempio i contenitori per disinfestanti)	40 kg/anno
Non pericolosi	
15 01 02 imballaggi in plastica (ad esempio i contenitori per detergenti/ disinfettanti),	190 kg/anno
15 01 07 imballaggi in vetro (ad esempio i contenitori per specialità medicinali veterinarie)	420 kg/anno
15 01 06 imballaggi in materiali misti (ad esempio i contenitori dei materiali destinati all'alimentazione dei suini	40 kg/anno
* In caso di preparazione aziendale mangime	60 kg/anno sacchi di carta
	2 q/anno sacchi di plastica
* In caso di acquisto mangime	3 q/anno sacchi di carta
	0.5 q/anno sacchi di plastica

Rifiuti solidi negli allevamenti avicoli

I dati disponibili sono relativi ad un allevamento della dimensione di 60.000-70.000 capi, tipico della realtà produttiva della Regione Veneto (tabella seguente). I dati si riferiscono al comparto allevamento e non comprendono i rifiuti solidi del resto dell'azienda agricola.

I codici dei rifiuti sono stati aggiornati secondo la Direttiva del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio del 9 aprile in base a quanto previsto dalla Decisione della Commissione europea del 2000/532, modificata da ultimo con Decisione 2001/573.

Produzioni di rifiuti solidi in allevamenti avicoli			
	Broilers	Ovaiole	Tacchini
Pericolosi			
13 02 06 oli esausti	2 cambi/anno	3 cambi/anno	2 cambi/anno
16 06 01 batterie	1/anno	1/anno	1/anno
Non pericolosi			
15 01 02 imballaggi in plastica (ad esempio i contenitori per detergenti)	4-5 kg/ciclo	10 kg/ciclo	4-5 kg/ciclo
15 01 06 imballaggi in materiali misti	NA	NA	NA
15 01 07 imballaggi in vetro contenenti medicinali	50 kg/a/allev.	20 kg/a/allev.	60 kg/a/allev.
15 01 07 altri imballaggi in vetro	10 kg/anno	3-4 kg/anno	10 kg/anno

Aspetti ambientali: analisi dei rischi

Non si segnalano particolari situazioni di rischio di danno ambientale dovuto ad emergenze o incidenti, se non possibili cedimenti degli argini dei contenitori in terra o delle pareti delle vasche di stoccaggio con sversamenti di significativi volumi di liquami che potrebbero contaminare le acque superficiali. Piani di interventi manutentivi e di prevenzione, nonché misure per far fronte a tali incidenti devono essere previsti dall'impresa.

Migliori tecniche e tecnologie

Nel seguito verranno elencate le tecniche che nel BRef allevamenti sono state individuate come le "migliori disponibili" per gli allevamenti. L'elenco che segue non è completo. Si è inteso qui riportare un ampio estratto, in lingua italiana, del documento comunitario, che comprende le soluzioni principali prospettate. Il lettore interessato ad un maggiore approfondimento potrà far riferimento al documento originale il lingua inglese, disponibile sul sito dell'ufficio IPPC di Siviglia all'indirizzo http://eippcb.jrc.es.

1. Le buone pratiche agricole come BAT

Tra le buone pratiche agricole da considerare a tutti gli effetti come BAT, in quanto migliorano il rendimento ambientale complessivo di un allevamento, sono incluse in generale le buone pratiche di allevamento e di utilizzazione agronomica degli effluenti, oltre al risparmio nell'uso di acqua ed energia.
Approfondite indicazioni si ritrovano nel Codice di Buona Pratica Agricola di cui al Decreto del Ministero delle Politiche Agricole del 19 Aprile 1999 e nel "Framework

advisory code of Good Agriculture practice for reducing Ammonia emissions" dell'UN-ECE Ammonia expert group.

1.1 Buone pratiche di allevamento

Per migliorarne l'efficacia, le misure per il controllo e la prevenzione dell'inquinamento dovrebbero essere accompagnate dalle buone pratiche di allevamento illustrate di seguito, da considerare anch'esse come BAT.

Tali pratiche sono:

- attuazione di programmi di informazione e formazione del personale aziendale. Si dovrebbero perciò prevedere regolari programmi di formazione, ma anche azioni di aggiornamento, soprattutto in occasione dell'introduzione di nuove attrezzature o nuove pratiche di allevamento;
- accurata registrazione dei consumi di energia e di materie come l'acqua, il mangime, i fertilizzanti minerali, ecc. Là dove possibile, queste registrazioni dovrebbero essere suddivise per gruppi di animali o per reparti, oppure riferite a specifiche operazioni, in modo da individuare con più accuratezza le aree di intervento. Inoltre, la registrazione dei consumi dovrebbe permettere di identificare eventuali situazioni anormali e di intervenire nella maniera più appropriata per porvi rimedio; al fine di controllare eventuali perdite dell'impianto idrico è opportuno effettuare la lettura dei contatori in occasione di periodi di inattività durante i quali non si verifichino impieghi di acqua: la registrazione di consumo al contatore durante il periodo di inattività è sintomo evidente di una perdita;
- predisposizione di una procedura di emergenza da applicare nel caso di emissioni non previste e incidenti, come inquinamento delle acque superficiali o profonde o rischi di incendi. Il piano di emergenza dovrebbe consistere come minimo nella predisposizione di una planimetria con la rete fognaria e i punti di erogazione idrica; nella descrizione dettagliata delle attrezzature che possono essere usate per fare fronte a problemi di inquinamento (dispositivi per bloccare sversamenti di liquami o perdite di combustibili); nell'elencazione dei provvedimenti da prendere nel caso di perdite dagli stoccaggi o collassamento delle pareti delle vasche di contenimento, per indicare solo alcuni dei rischi di inquinamento dovuti ad incidenti;
- messa a punto di un programma di manutenzione ordinaria e straordinaria per avere la sicurezza che le strutture e le attrezzature siano sempre in buone condizioni operative. In particolare sono richieste frequenti ispezioni degli erogatori dell'acqua di abbeverata, dei ventilatori, dei sensori termici, dei dispositivi per la distribuzione del mangime e di altri meccanismi meccanici, elettrici o elettronici. Si dovrebbe eseguire regolare manutenzione di pompe per i liquami, miscelatori, separatori, dispositivi per la distribuzione del liquame e altri mezzi meccanici con organi in movimento. I bacini di accumulo del liquame, a loro volta, dovrebbero essere ispezionati regolarmente per scoprire per tempo eventuali fenomeni di corrosione o danni meccanici che possano comprometterne la perfetta impermeabilizzazione. Inoltre, i bacini dovrebbero essere svuotati completamente almeno una volta all'anno per controllare che non ci siano danni in particolare al fondo e alle pareti con rischio di fuoriuscite di liquame. È importante avere a disposizione i pezzi di ricambio delle parti più soggette a usura di attrezzature e impianti che contengono liquidi potenzialmente inquinanti. Il personale aziendale

dovrebbe essere addestrato ad eseguire le operazioni di manutenzione ordinaria e ad intervenire con professionalità in caso di incidenti. Per la manutenzione straordinaria può essere più conveniente ricorrere a personale specializzato con il quale stipulare opportuni contratti di servizio;
- interventi sulle strutture di servizio perché siano sempre pulite e asciutte. Per strutture di servizio si intendono i silos per il mangime, le aree di defecazione e di esercizio, le aree di caricamento degli animali, ecc.;
- pianificazione delle attività nel sito di allevamento nel modo più appropriato. Quelle che richiedono una programmazione più accurata sono in primo luogo l'uso agronomico degli effluenti (vedi paragrafo 1.4), ma anche l'acquisto e la consegna di combustibili e lubrificanti, di mangime, di fertilizzanti e di tutti gli altri materiali che entrano in allevamento. Vanno pianificate le attività che comportano uscita di materiali come trasporto all'esterno di animali vivi o prodotti animali, carogne di cui si conosca la produzione periodica da smaltire, altri rifiuti, ecc.

1.2 Riduzione dei consumi di acqua

Sono da considerare BAT gli interventi riportati di seguito:
- pulizia degli ambienti e delle attrezzature con acqua ad alta pressione o con idropulitrici quando si è alla fine del ciclo e gli animali sono stati rimossi. È importante trovare un giusto equilibrio tra l'esigenza di mantenimento di adeguate condizioni igieniche attraverso la pulizia e la necessità di non aumentare eccessivamente il volume di liquami da stoccare e avviare successivamente allo spandimento agronomico;
- esecuzione periodica dei controlli sulla pressione di erogazione agli abbeveratoi per evitare sprechi eccessivi;
- installazione e mantenimento in efficienza dei contatori idrici in modo da avere una registrazione affidabile dei consumi che dovranno essere annotati almeno mensilmente per monitorare i consumi ed identificare le perdite;
- controllo frequente e interventi di riparazione nel caso di perdite da raccordi, rubinetti e abbeveratoi;
- isolare le tubazioni esposte fuori terra, o installare sistemi atti a ridurre il rischio di congelamento e quindi di rotture;
- coprire le cisterne di raccolta dell'acqua.

1.3 Riduzione dei consumi energetici

Una significativa riduzione dei consumi energetici può essere ottenuta intervenendo sul riscaldamento, là ove praticato. È da considerare buona pratica adottare le seguenti misure:
- separazione netta degli spazi riscaldati da quelli mantenuti a temperatura ambiente;
- corretta regolazione dei bruciatori e omogenea distribuzione dell'aria calda nei ricoveri. Ciò può essere ottenuto con un'adeguata distribuzione spaziale dei dispositivi per il riscaldamento, con il vantaggio di evitare che un sensore termico venga a trovarsi in una zona più fredda attivando senza necessità il riscaldamento centrale;
- controllo e calibrazione frequente dei sensori termici;

- ricircolazione dell'aria calda che tende a salire verso il soffitto in modo da riportarla verso il pavimento;
- rafforzamento della coibentazione del pavimento là dove la falda freatica è molto alta;
- controllo accurato della tenuta delle giunture delle tubazioni e dell'assenza di fessure o altre possibili vie di fuga del calore;
- disposizione verso la parte inferiore delle pareti delle aperture di uscita dell'aria di ventilazione, per ridurre l'espulsione di aria calda che si avrebbe invece in modo massiccio posizionando le aperture in alto.

I consumi elettrici possono essere significativamente ridotti intervenendo sulla ventilazione con misure del tipo:

- ricorso il più ampio possibile alla ventilazione naturale. Ciò richiede un'idonea progettazione degli edifici e dei box per gli animali e un orientamento che tenga conto della direzione dei venti prevalenti in modo da ottimizzare il flusso naturale dell'aria. Naturalmente questo tipo di intervento è limitato ai nuovi edifici;
- ottimizzazione dello schema progettuale dei ricoveri ventilati artificialmente, in modo da fornire un buon controllo termico e ottenere portate di ventilazione minime nella stagione invernale;
- prevenzione di fenomeni di resistenza nei sistemi di ventilazione con frequenti ispezioni e pulizia dei condotti e dei ventilatori;
- impianto di idonee alberature perimetrali con funzione ombreggiante, per il miglioramento del microclima interno e conseguenti minori consumi energetici per il raffrescamento estivo.

Nei ricoveri avicoli si possono ridurre i consumi elettrici intervenendo anche sui programmi luce, per esempio alternando periodi di illuminazione a periodi di riduzione della luminosità. Si possono inoltre usare lampade a fluorescenza in luogo di lampade a incandescenza, che consumano meno energia a parità di lux erogati.

1.4 Buone pratiche nell'uso agronomico degli effluenti

Sono da considerare BAT le seguenti buone pratiche:

- la riduzione al minimo delle emissioni dall'effluente al suolo e alle acque attraverso il bilancio dei nutrienti (azoto e fosforo in particolare). Le quantità di nutrienti apportati, più quelli derivanti dal bilancio organicazione/mineralizzazione e dalla fertilizzazione residua della coltura precedente devono essere in equilibrio con le quantità asportate dalla coltura;
- l'esame delle caratteristiche dei terreni nel pianificare lo spandimento. In particolare le condizioni del suolo, il tipo di suolo e la sua pendenza, la piovosità e le quantità idriche apportate con l'irrigazione, l'uso del terreno e le pratiche colturali, incluso il tipo di rotazione;
- l'astenersi dallo spargere gli effluenti su terreni saturi di acqua, inondati, gelati o ricoperti di neve;
- lo spargimento degli effluenti il più possibile nei periodi vicini alla fase di massima crescita colturale e asportazione di nutrienti;
- l'operazione di spandimento, condotta in modo da evitare le molestie provocate dalla diffusione di odori, ad esempio evitando di spargere quando il vento spira in direzione delle zone residenziali che potrebbero essere interessate dal fenomeno;

- il rispetto di una distanza di almeno 5 m dalle sponde dei corsi d'acqua naturali e di quelli non arginati del reticolo principale di drenaggio.

I mezzi meccanici utilizzabili per lo spargimento agronomico degli effluenti e le modalità di applicazione sono oggetto di trattazione al paragrafo 7 di questo capitolo, dove di ogni tecnica viene riportata anche la valutazione in termini di BAT.

2. Tecniche nutrizionali come BAT

In generale, ridurre l'escrezione di nutrienti (azoto e fosforo in particolare) nelle deiezioni può diminuire le emissioni e quindi la necessità del ricorso a misure a valle nel ciclo di allevamento. Attraverso le tecniche nutrizionali si tende a capire i reali fabbisogni degli animali, aumentando la disponibilità e l'assimilabilità dei nutrienti e adeguando al meglio gli apporti alle esigenze fisio-metaboliche degli animali. Migliorando la digeribilità della dieta si riduce la quota di nutrienti eliminata con le feci; adeguando gli apporti alle esigenze dell'animale si limita la quota di azoto eliminata con le urine. Quello che le tecniche nutrizionali ambiscono fare è definire un livello minimo di nutrienti nel mangime (N e P in particolare), corrispondente al livello minimo di escrezione che non può essere evitato, essendo connaturato ai processi metabolici stessi.
Esiste una molteplicità di tecniche che possono essere adottate in allevamento, sia singolarmente che simultaneamente. BAT è l'applicazione di queste tecniche.
Nei paragrafi che seguono vengono sinteticamente descritte le tecniche che sono oggi ritenute mature per essere introdotte in allevamento, da considerare quindi BAT. Altre sono attualmente oggetto di sperimentazione e saranno sicuramente disponibili in futuro, per cui vengono considerate emergenti.

2.1 Alimentazione per fasi

L'alimentazione per fasi è una tecnica che prevede l'adattamento della dieta e dei suoi contenuti in minerali e aminoacidi alle specifiche esigenze dei capi allevati nei vari stadi di sviluppo.
Per le galline ovaiole l'alimentazione per fasi comporta l'aggiustamento dei livelli di calcio e fosforo nei diversi stadi produttivi, ma è necessario disporre di gruppi omogenei di animali ed attuare un passaggio graduale da una dieta alla successiva.
Nei polli da carne la tecnica consiste nel dividere il periodo di accrescimento e finissaggio in tre fasi, in ognuna delle quali l'obiettivo da perseguire è l'ottimizzazione dell'indice di conversione dell'alimento. Nella prima fase proteine e aminoacidi devono essere bilanciati e forniti ad un livello elevato. Nella seconda fase la capacità digestiva dell'animale va aumentata in modo da poter fornire più cibo con un più alto tenore di energia. Nella terza fase il contenuto di proteine e aminoacidi può essere ulteriormente ridotto, ma il contenuto di energia rimane lo stesso della fase precedente. In tutte le fasi il bilancio Ca-P rimane lo stesso, ma la concentrazione totale dei due elementi nel mangime decresce.
Per i tacchini la tecnica si basa sugli stessi principi applicabili ai broilers, ma le fasi possono essere quattro o addirittura cinque.
Per i suini l'alimentazione per fasi consiste nel somministrare agli animali una dieta che incontri le esigenze in aminoacidi, minerali ed energia della fase in cui si trovano. I programmi di alimentazione variano da Paese a Paese, anche in relazione al tipo di

suino che viene prodotto. Per il suino leggero (25-110 kg di peso vivo finale) sono ben sviluppate le tecniche basate su due fasi. Per il suino pesante italiano due o tre fasi sono ritenute praticabili (Piva e Mordenti, 1990). Risultano inoltre già oggi applicabili le tecniche di alimentazione multifase, basate su programmi alimentari che cambiano settimanalmente o anche giornalmente. Ciò può essere ottenuto mescolando un preparato ad alto tenore di nutrienti con uno a basso tenore. L'applicazione di questa tecnica richiede però che siano disponibili silos per i diversi tipi di mangimi, dispositivi molto precisi di miscelazione e linee di distribuzione ben progettate per evitare demiscelazioni durante il trasporto lungo la linea.
L'applicazione dell'alimentazione per fasi può portare nel caso dei broilers ad una riduzione dell'azoto escreto del 15-35%. Nel caso del finissaggio di suini all'ingrasso un programma di alimentazione basato su tre fasi porta ad una riduzione del 3% dell'azoto e del 5% del fosforo. Applicando l'alimentazione multifase si può considerare una ulteriore riduzione del 5-6% per l'azoto e del 7-8% per il fosforo (FEFANA, 2001).

2.2 Alimentazione a ridotto tenore proteico e integrazione con aminoacidi di sintesi
Questa tecnica si basa sul principio di alimentare gli animali eliminando l'eccesso di proteine ingerite e fornendo al tempo stesso appropriati livelli di aminoacidi in modo da coprire i fabbisogni in aminoacidi limitanti, primo tra tutti la lisina, soddisfacendo nel contempo l'equilibrio ottimale tra gli aminoacidi essenziali e i non essenziali (proteina ideale), in modo da ottenere performance ottimali.
Una riduzione dell'1% nel contenuto di proteine nella dieta può portare ad una diminuzione del 10% dell'azoto escreto nelle ovaiole e del 5-10% nei broilers, nei tacchini e in altri avicoli da carne. Per suini di peso compreso tra i 25 e 110 kg, per ogni punto percentuale di riduzione del tenore proteico si ha una diminuzione di circa il 10% dell'azoto escreto. Le sperimentazioni condotte a livello internazionale mostrano che si può arrivare a una riduzione del tenore proteico nella dieta fino a due punti percentuali per tutte le fasi dell'ingrasso ottenendo una diminuzione dell'azoto escreto fino al 20% (FEFANA, 2001). Nella pratica occorrerà verificare se questi brillanti risultati trovano conferma, considerando che non dovranno essere richieste particolari preparazioni tecniche dell'allevatore.

2.3 Alimentazione a ridotto tenore di fosforo con addizione di fitasi
Normalmente, il livello di fosforo disponibile negli alimenti di origine vegetale che vengono somministrati ad avicoli e suini non è sufficiente per ottenere adeguate performance. Infatti il fosforo si trova nei vegetali in forma organica come acido fitico (65-50% circa) e inorganica (30-35% circa). Solo quest'ultima forma viene prontamente digerita dai monogastrici, mentre quella organica viene scarsamente utilizzata in quanto l'organismo animale non possiede, o possiede in quantità molto limitata a livello intestinale, l'enzima specifico, la fitasi, in grado di demolire la molecola del fosforo fitinico liberando inositolo e 6 molecole di fosfato. L'acido fitico, oltre a rendere indisponibile il fosforo per la nutrizione dei monogastrici ha effetti negativi sull'assorbimento del calcio, sulla biodisponibilità di ferro e rame, sul rilascio degli aminoacidi e altri ancora. Da questo quadro appare evidente la necessità di ridurre la

presenza di fitati nella dieta, prevedendo un trattamento degli alimenti che consenta l'utilizzazione del fosforo fitinico.
Un significativo apporto di fitasi potrebbe derivare dalla somministrazione dei sottoprodotti della molitura dei cereali, in particolare la crusca di frumento e quella di segale.
L'aggiunta di fitasi nella dieta aumenta la digeribilità del fosforo vegetale del 20-30% nei suinetti e del 15-20% nei grassi e nelle scrofe. Come regola generale una riduzione del fosforo dello 0,1% nella dieta dei suini, usando la fitasi, si traduce in una diminuzione della quantità escreta del 30-40% per i suinetti, del 25-35% per i grassi e del 20-30% per le scrofe.
Negli avicoli, l'inclusione di fitasi nella dieta migliora la digeribilità del fosforo vegetale del 20-30% in broilers, ovaiole e tacchini. Come regola generale una riduzione del fosforo dello 0,1% nella dieta, usando la fitasi, si traduce in una diminuzione nell'escreto di oltre il 20% per ovaiole e broilers (FEFANA, 2000). Va ricordato che una dieta integrata con fitasi non ha riflessi negativi sulla crescita, sull'indice di conversione o sulla produzione di uova. A livello operativo non sono richieste particolari competenze in azienda nell'uso della fitasi essendo questa già presente nel mangime formulato.
Anche per i risultati ottenuti con questa tecnica nutrizionale occorrono tuttavia conferme dall'esperienza pratica di allevamento.

2.4 Integrazione della dieta con fosforo inorganico altamente digeribile
L'introduzione nel mangime di fosforo inorganico che, come è già stato detto è altamente digeribile, si traduce in livelli più bassi di fosforo nella dieta e quindi in una riduzione della quantità escreta. Il fosforo inorganico viene incorporato nella dieta sia come polvere che in forma granulata e non richiede particolari abilità degli operatori nel suo impiego. L'integrazione con fosforo inorganico consente di modulare l'apporto di fosforo in funzione dei fabbisogni che si riducono, come per l'azoto, con l'età (alimentazione per fasi) (CEFIC, 2002).

2.5 Integrazione della dieta con altri additivi
Tra gli additivi alimentari che possono essere aggiunti in piccoli quantitativi nella dieta di avicoli e suini si ritrovano probiotici (microrganismi) o sostanze ad azione probiotica (enzimi, regolatori delle fermentazioni intestinali).
Questi prodotti sono usati per ridurre il quantitativo di mangime ingerito senza deprimere l'incremento ponderale. Come conseguenza è da aspettarsi una diminuzione del quantitativo di nutrienti totali escreti che può arrivare al 3% per i suini e al 5% per gli avicoli. Queste riduzioni si accompagnano ad un incremento dell'indice di conversione dell'alimento.
Sull'impiego di queste tecniche, da considerare come emergenti, la ricerca è in corso e importanti risultati sono da attendere nei prossimi anni.

3. BAT per la riduzione di NH_3 dai ricoveri suinicoli

Le prime misure da intraprendere per i ricoveri consistono nel ridurre il più possibile la velocità dell'aria sulla superficie del liquame e nell'impedire che si raggiungano temperature interne troppo alte. Un buon controllo delle temperature in estate può quindi contribuire al rispetto da parte dei suini dell'area deputata alla defecazione, mantenendo così relativamente pulite le zone di riposo e di alimentazione e contenendo di conseguenza le emissioni ammoniacali.
Basse portate di ventilazione, temperature relativamente basse dell'aria in entrata e bassa velocità dell'aria sui pavimenti e sulla superficie del liquame nelle fosse sono tutti fattori che contribuiscono a rallentare l'emissione di gas in atmosfera. La dinamica dei flussi d'aria nei ricoveri può essere favorevolmente influenzata dalla posizione delle aperture in entrata e in uscita. Per esempio, l'immissione dell'aria di ricambio attraverso dotti forati o controsoffitti filtranti può servire a ridurre la velocità dell'aria nelle aree interessate dalle deiezioni, così come la temperatura in ingresso può essere ridotta facendo passare l'aria in condotte sotto i corridoi di passaggio o attraverso tubazioni interrate o scambiatori ad acqua.
Tutti questi fattori devono però essere attentamente controllati perché non devono rischiare di compromettere il comfort dei suini e perché spesso richiedono consumi di energia non indifferenti. La valutazione e la quantificazione della riduzione delle emissioni attraverso l'applicazione di queste tecniche sono abbastanza complesse e non è stato ancora possibile arrivare a conclusioni chiare e sicure.
Molta attenzione deve essere prestata alla progettazione del ricovero, vale a dire alla combinazione di tipo di pavimentazione, fosse di raccolta e sistemi di rimozione dei liquami. Una valida combinazione di fattori può essere la seguente:

- riduzione della superficie libera (quella emettente) delle deiezioni;
- rimozione frequente delle deiezioni dalle fosse di raccolta interne ai ricoveri verso gli stoccaggi esterni;
- applicazione della separazione dei solidi dai liquami quando questi vengono usati per il ricircolo. Meno convincente, per l'alto dispendio energetico, appare l'aerazione dei liquami destinati al ricircolo;
- riduzione del pH dei liquami con l'uso di additivi. Su questa tecnica occorrono tuttavia approfondimenti a livello di ricerca;
- intervento sulle superfici di stabulazione in modo da renderle, compatibilmente con la sicurezza dei suini, sufficientemente lisce da consentire pulizie efficienti.

La trasformazione di un pavimento totalmente fessurato (PTF) in un pavimento parzialmente fessurato (PPF) con il 50% di superficie piena riduce l'emissione di solo il 20%, in quanto bisogna tener conto anche di una quota di deiezioni che vanno a finire sulla parte piena. Inoltre un PPF con il 50% di fessurato lavora bene in inverno e nelle stagioni intermedie, ma non altrettanto bene in estate.
La misura con cui si fa sentire l'effetto negativo dello sporcamento dipende anche dalla velocità con cui le urine scorrono via. Per questo un pavimento pieno in pendenza o uno di forma convessa permettono una riduzione delle emissioni, essendo le urine la maggiore sorgente emittente di NH_3. Occorre tuttavia non eccedere nelle pendenze, per evitare rischi di scivolamenti e conseguenti danni all'integrità fisica degli animali.
Inoltre, l'efficacia autopulente di un pavimento fessurato è tanto più alta quanto più alto è il rapporto vuoto/pieno. Con le recenti disposizioni sul benessere (Direttiva 98/2001/CE) l'apertura delle fessure per i capi grassi è stata ridotta a 18 mm e quella

delle scrofe gestanti a 20 mm. Ciò creerà inevitabili problemi di maggior sporcamento dei pavimenti e quindi emissioni più elevate.
Usando grigliato di metallo o di plastica il rapporto vuoto pieno può essere notevolmente aumentato con effetti di maggior riduzione delle emissioni rispetto al pavimento fessurato con elementi in cemento. Va tenuto conto però che i grigliati hanno un rapporto costo/efficacia peggiore del pavimento fessurato.
Estraendo l'aria esausta da sotto i fessurati si ha, invece, un innalzamento delle emissioni quando la distanza tra la superficie libera del liquame e il fondo del pavimento fessurato è inferiore a 50 cm.
Tecniche che sembrano molto efficaci, in certi casi danno risultati molto deludenti. Per esempio i raschiatori se non lavorano su superfici perfettamente lisce e livellate determinano la formazione di uno strato di deiezioni spalmate sul fondo che mantiene elevato il livello di emissione.
Per quanto riguarda il ricircolo di liquami finalizzato alla rimozione di deiezioni fresche è stato fatto notare come, usando liquami non stabilizzati, si possono ingenerare durante il ricircolo emissioni di odori particolarmente fastidiose nel caso di allevamenti situati nelle vicinanze di zone residenziali. D'altra parte, l'aerazione del liquame per accelerarne la stabilizzazione, benché altamente efficiente nel ridurre le emissioni, è pratica non annoverabile tra le BAT per gli alti consumi energetici.
Per quanto riguarda il ricorso a materiali di lettiera nell'allevamento, le previsioni sono per un aumento dell'impiego di questa tecnica, vista la crescente attenzioni verso i problemi di benessere degli animali. La lettiera ha il pregio che può essere vantaggiosamente impiegata in abbinamento con la ventilazione naturale, consentendo così ingenti risparmi energetici. Si riscontra inoltre un crescente interesse per deiezioni in forma di letame, quali si ottengono nella stabulazione con lettiera, per la loro ottima qualità agronomica. Sul versante emissioni però i risultati non sono così rosei, dal momento che un impiego scarso di materiale e una gestione non attenta ad evitare la formazione di zone molto bagnate, può portare ad innalzamenti nel loro livello. La lettiera integrale, estesa cioè a tutta la superficie del box, inoltre, mal si presta all'impiego nel caso di suini grassi o di scrofe, per il fatto che nei periodi più caldi gli animali non hanno le possibilità di raffrescare il proprio corpo, come invece avviene su di un pavimento privo di lettiera. Per suinetti in post-svezzamento questo fattore negativo incide molto meno e la tecnica può essere adottata con relativa tranquillità.
Le tecniche considerate per la riduzione delle emissioni dai ricoveri sono riconducibili a interventi strutturali di diverso tipo e tra di loro interconnessi. Si tratta prevalentemente di una combinazione di tecniche relative alla pavimentazione dei box e alla rimozione delle deiezioni.
Tali tecniche sono state suddivise per categoria di suini (scrofe gestanti e accrescimento/ingrasso, scrofe in lattazione, suinetti in post-svezzamento).

3.1 Scrofe in attesa calore/gestazione e suini in accrescimento/ingrasso

Le tecniche per le due categorie vengono considerate insieme in quanto basate in gran parte sulle stesse caratteristiche strutturali.

3.1.1 Pavimento totalmente fessurato (PTF) con fossa di stoccaggio sottostante (sistema di riferimento)

Fattore di emissione: grassi: 3,0 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 3,7 kg NH_3/posto per anno

Descrizione: box multipli con pavimento totalmente fessurato e con fossa di stoccaggio sottostante, dalla quale le deiezioni vengono rimosse generalmente una volta all'anno. Nel caso delle scrofe in gestazione la fossa di stoccaggio è presente, anche se in casi rari, nelle poste individuali. Le emissioni di NH_3, CH_4, N_2O, odori vengono in genere convogliate verso l'esterno per mezzo di sistemi di aerazione forzata.

Applicabilità: la tecnica non ha prospettive di applicazioni future non essendo stata classificata come BAT.

Beneficio ambientale: la tecnica è considerata una delle più emissive per quanto riguarda NH_3, CH_4, N_2O e odori, a causa del prolungato tempo di permanenza delle deiezioni all'interno del ricovero. Per questo la tecnica è stata assunta come sistema di riferimento (SR).

Effetti collaterali: il consumo energetico richiesto per la ventilazione artificiale è elevato e può essere stimato in 21,1 kWh/anno per i suini da ingrasso, e in 42,2 kWh/anno per le scrofe.

Non è considerata BAT e pertanto non potrà essere tenuta presente nella progettazione dei ricoveri di nuova realizzazione. Nei ricoveri esistenti, dovrebbe essere sostituita con una delle tecniche descritte successivamente o da altre equivalenti. Ciò avverrà secondo i tempi stabiliti dall'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA).

3.1.2 Pavimento totalmente fessurato (PTF) e rimozione dei liquami con sistema a vacuum

Fattore di emissione: grassi: 2,2 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 2,8 kg NH_3/posto per anno

Descrizione: box multipli con pavimento completamente fessurato con una bocca di scarico per il liquame sul fondo della fossa, ogni 10 m^2 circa. Una leggera pendenza radiale è consentita solo verso le bocche di scarico per agevolare il deflusso. Le condutture di ogni singola sala vengono collegate alla fognatura principale. Lo scarico avviene per mezzo di una valvola a chiusura ermetica che viene aperta ogni 4-7 giorni circa permettendo così la rimozione del liquame. La depressione (vacuum) esercitata dall'apertura delle condutture di scarico permette una buona pulizia del fondo della fossa.

Applicabilità: per i suini in accrescimento/ingrasso il sistema può essere adottato in tutti i ricoveri nuovi, mentre in quelli esistenti è facilitata l'installazione nelle fosse sotto a pavimenti completamente fessurati. L'applicazione sui pavimenti pieni esistenti dei vecchi edifici risulta invece più difficile, data la scarsa altezza del tetto. Per le scrofe in gestazione la Direttiva 2001/88/CE sul benessere non consente il pavimento totalmente fessurato in zona di riposo. Dal momento però che ammette aperture di drenaggio anche in questa zona, anche se con un minore rapporto vuoto/pieno rispetto al passato, la tecnica descritta può ritenersi valida anche per questa categoria di animali. Non sono state fatte misure delle emissioni in condizioni di questo tipo, ma è da presumere un loro incremento seppur lieve per il minor grado di autopulizia della parte fessurata in zona riposo, qualora le scrofe rilascino su di essa parte delle deiezioni. Il sistema è molto facile da gestire.

Benefici ambientali: viene ridotta l'emissione di ammoniaca di circa il 25%.

Effetti collaterali: non significativi. Nessun costo aggiuntivo per energia e consumo di acqua rispetto al SR. Nessuna formazione di aerosol grazie al lento defluire del liquame. Viene considerata BAT per entrambe le categorie di suini, sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per gli esistenti che già l'adottano o intendono adottarla.

3.1.3 Pavimento totalmente fessurato (PTF) e ricircolo dei liquami in canali con strato liquido permanente

Fattore di emissione: grassi: 2,1 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 2,6 NH_3/posto per anno (con liquame tal quale)
grassi: 1,3 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,7 NH_3/posto per anno (con liquame aerato)

Descrizione: pavimento completamente fessurato con strato liquido permanente sul fondo della fossa di circa 10 cm. Con frequenza di una o due volte al giorno, le deiezioni fresche vengono rimosse con un flusso di liquame chiarificato ed aerato oppure soltanto chiarificato senza aerazione. Il liquame pompato all'estremo di ciascun canale ruscella rimuovendo il liquame fresco e scarica dal lato opposto in un collettore fognario. La larghezza dei canali non supera in genere i 2 m per ottenere una efficace ed omogenea spinta idraulica nel corso del riciclo. Per una buona rimozione occorre utilizzare liquami con tenore di solidi inferiore al 5%, sottoposti a separazione solido liquido oppure chiarificati per sedimentazione nei bacini di stoccaggio.

Applicabilità: la tecnica non è considerata BAT. È tuttavia considerata tale in alcuni casi di ristrutturazione di ricoveri esistenti. In questi casi il sistema si applica bene, con opportuni adattamenti, a fosse esistenti con svuotamento periodico o a rimozione continua.

Benefici ambientali: il ricircolo con liquame tal quale porta ad una riduzione di emissioni di NH_3 del 30%, mentre con liquame aerato si può arrivare ad una riduzione del 55%.

Effetti collaterali: il sistema ha un consumo energetico elevato in relazione ai trattamenti e al pompaggio del liquame per il ricircolo. L'energia richiesta è pari a circa:

- 8,2 kWh/posto per anno per le scrofe e 4,1 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per il pompaggio;
- 14,6 kWh/posto per anno per le scrofe e 7,3 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per la separazione;
- 17,5 kWh/posto per anno per le scrofe e 8,8 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per l'aerazione.

Il consumo complessivo di energia, però, può essere stimato minore rispetto al sistema di riferimento grazie alla possibilità di non ricorrere alla ventilazione artificiale, scelta quasi obbligata invece nel sistema di riferimento.

Non è considerata BAT per gli edifici di nuova realizzazione o per la ristrutturazione di esistenti in cui la si volesse adottare, in ragione degli elevati costi energetici.

È considerata BAT, invece, per gli edifici esistenti, là ove esiste già, sia nella versione del ricircolo con liquame aerato, sia in quella con liquame non aerato.

3.1.4 Pavimento totalmente fessurato (PTF) con ricircolo dei liquami in tubi o cunette senza strato liquido

Fattore di emissione: grassi: 1,8 kg NH_3/posto per anno; scrofe 2,2 NH_3/posto per anno (con liquame tal quale)

grassi: 1,3 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,7 NH_3/posto per anno (con liquame aerato)

Descrizione: box multipli con pavimento completamente fessurato con disposizione sul fondo della fossa di cunette di sgrondo, realizzate con profilati di PVC, metallo o cemento. Con frequenza almeno giornaliera, preferibilmente due volte al giorno, i canali vengono lavati con un flusso di liquame chiarificato aerato o non aerato. La pendenza delle pareti laterali dei canali deve essere di 60°. Per un buon funzionamento è bene effettuare una separazione solido-liquido del liquame da ricircolare, o prelevare il liquame da stoccaggi in cui sia avvenuta un'efficace sedimentazione dei solidi sospesi.
Una tecnica operante in maniera molto simile alla precedente consiste nell'adozione di un pavimento completamente fessurato, realizzato direttamente sul pavimento pieno esistente o su una caldana con l'utilizzo di tubi in PVC incorporati nel cemento (sistema Lusetti). Si viene così ad avere un tubo in corrispondenza di ogni fessurato, posizionato con una pendenza sufficiente a sgrondare le urine. La rimozione delle deiezioni solide viene effettuata una o due volte al giorno con liquame chiarificato aerato o non aerato.

Applicabilità: il sistema a cunette può essere adottato su tutti i ricoveri di nuova costruzione, mentre nei ricoveri esistenti l'applicabilità dipende dal tipo di fossa esistente. Nel caso di ricoveri con pavimento pieno la tecnica è facilmente applicabile grazie al fatto che i canali possono essere posizionati direttamente sulla superficie esistente.
Il sistema a tubi può essere adottato in tutti i ricoveri nuovi, mentre in quelli esistenti l'applicabilità è facilitata solo nel caso di pavimento pieno.

Benefici ambientali: in confronto al sistema di riferimento, la riduzione di emissione ammoniacale è elevata, grazie alla ridotta superficie emissiva e alla rimozione rapida e frequente delle deiezioni. Si può avere una riduzione del 40% nel caso di rimozione con flusso di liquame non aerato, e del 55% nel caso di rimozione con flusso di liquame aerato.

Effetti collaterali: entrambi i sistemi hanno un consumo energetico che, in relazione al pompaggio del liquame per il ricircolo, risulta elevato essendo pari a circa:

- 3,9 kWh/posto per anno per le di scrofe e a 1,9 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per il pompaggio;
- 14,6 kWh/posto per anno per le scrofe e a 7,3 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per la separazione;
- 13,9 kWh/posto per anno per le scrofe e a 7,0 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per l'aerazione.

Il consumo complessivo di energia, però, può essere stimato minore rispetto al sistema di riferimento grazie alla possibilità di non ricorrere alla ventilazione artificiale, ineliminabile invece in quest'ultimo. Possono però insorgere problemi di emissione di odori qualora si ricircoli liquame non sufficientemente stabilizzato. Inoltre, se non viene rispettata la frequenza di ricircolo possono insorgere problemi di intasamento dei tubi o delle cunette di sgrondo.
Questa tecnica è considerata BAT per i nuovi ricoveri quando si verificano le seguenti condizioni:

- il liquame usato per il ricircolo non viene sottoposto ad aerazione (tecnica considerata energivora);
- non esistono residenze civili nei dintorni che possono essere disturbate dai picchi di odori che si determinano durante il ricircolo.

È considerata BAT nei ricoveri esistenti quando già presente in essi, qualunque sia il tipo di liquame impiegato (aerato o non aerato).

3.1.5 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con fossa sottostante a pareti verticali

Fattore di emissione: grassi: 1,8÷2,4 kg NH_3/posto per anno
scrofe: 2,5÷2,9 kg NH_3/posto per anno

Descrizione:

a) box multipli con pavimento parzialmente fessurato e fossa profonda sottostante, dalla quale le deiezioni vengono rimosse dopo lunghi intervalli oppure in continuo con tracimazione da soglia alta in genere da 15 a 30 cm. Le emissioni di NH_3, CH_4, N_2O e odori vengono in genere convogliate dall'interno verso l'esterno grazie all'installazione di sistemi di aerazione forzata. La presenza del fessurato è limitata ad una parte del box, quella sulla quale il suino rilascia le deiezioni. L'animale infatti è condizionato a riservare al riposo e all'alimentazione la parte a pavimento pieno. Ciò significa che la superficie emittente è soltanto quella della fossa sottostante la parte fessurata, di estensione minore rispetto alla superficie che si ha nel sistema di riferimento.

b) Box multipli con pavimento pieno e fossa profonda sotto la corsia esterna di defecazione, dalla quale le deiezioni vengono rimosse dopo lunghi intervalli oppure in continuo con tracimazione da una soglia fissa. Le emissioni di NH_3, CH_4, N_2O e odori si disperdono naturalmente in atmosfera. La presenza del fessurato è limitata alla sola corsia esterna di defecazione. Anche in questo caso la superficie emittente è soltanto quella della fossa sottostante la parte fessurata.

c) Posta singola per scrofe in attesa calore/gestazione. La fossa di raccolta delle deiezioni è limitata alla sola parte posteriore dell'animale. Per ottenere buone performance ambientali la fossa non deve essere più larga di 0,60 m.

Applicabilità: le tecniche **a** e **c** possono essere adottate su tutti i ricoveri nuovi; sugli esistenti possono essere introdotte nel caso esista già una pavimentazione totalmente fessurata. Nel caso della corsia esterna (**b**) l'applicabilità deve essere valutata caso per caso.

Benefici ambientali: tutti i casi di questa scheda comparati con il pavimento completamente fessurato hanno il vantaggio di limitare le emissioni gassose alla sola zona di fessurato. Il coefficiente di riduzione delle emissioni di ammoniaca è mediamente del 20÷40% nel caso delle scrofe e del 20÷33% nel caso di suini in accrescimento e ingrasso. Ciò si traduce in un abbattimento di 0,6÷0,8 kg/posto per anno nel caso del settore ingrasso e di 0,7÷1,2 kg/posto per anno nel caso di scrofe in gestazione. In altre parole il fattore di emissione di queste tipologie stabulative è pari rispettivamente a 1,8÷2,4 e 2,5÷2,9 kg/posto per anno.

Effetti collaterali: nelle tipologie **a** e **b** si può avere il problema dell'imbrattamento con feci e urine della parte piena dei box, quella deputata al riposo, nei periodi più caldi della stagione estiva e, di conseguenza un incremento delle emissioni. Nei casi **a** e **c** è generalmente richiesta la ventilazione artificiale.

Questa tecnica, sia nella versione con corsia fessurata interna, sia nella versione con corsia fessurata esterna, è classificata come BAT per le scrofe, mentre non è classificata come tale per i ricoveri di accrescimento/ingrasso. Ciò in ragione della bassa percentuale di riduzione delle emissioni (dal 20 al 40%) che, se è stata accettata per le scrofe il cui peso vivo ha un'incidenza contenuta in allevamento, non è stata ritenuta invece sufficiente per i grassi il cui peso vivo incide percentualmente in misura molto elevata.

Per l'accrescimento/ingrasso è classificata come BAT invece la tecnica del PPF con fossa a pareti verticali o inclinate e svuotamento con sistema a vacuum. Se è chiaro che la tecnica a PPF con fossa sottostante a pareti verticali non è BAT per l'accrescimento/ingrasso nel caso di nuovi allevamenti, non è altrettanto chiaro se sia da considerare "non BAT" anche nel caso sia già in adozione in allevamenti esistenti.
La posta singola per scrofe in gestazione con fossa di raccolta delle deiezioni limitata alla parte posteriore dell'animale, è classificata come BAT per i ricoveri sia nuovi che esistenti.

3.1.6 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con fossa a pareti verticali e rimozione dei liquami con sistema a vacuum

Fattore di emissione: grassi: 2,2 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 2,8 kg NH_3/posto per anno (pavimento fessurato di cemento)
grassi: 1,9 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 2,4 kg NH_3/posto per anno (pavimento grigliato in metallo)

Descrizione: box multipli con pavimento parzialmente fessurato e disposizione sul fondo della fossa sottostante di bocche di scarico per il liquame. Tutte le condutture di ogni singola sala vengono collegate alla fognatura principale. Lo scarico avviene per mezzo di una valvola a chiusura ermetica che viene aperta per sollevamento con frequenza almeno settimanale, permettendo così la rimozione dei reflui presenti nella fossa. La depressione (vacuum) esercitata dall'apertura permette una pulizia ottimale della pavimentazione. Sono comprese in questa tipologia due versioni: con corsia di defecazione interna e con corsia di defecazione esterna.

Applicabilità: il sistema può essere adottato su tutti i ricoveri nuovi. Nei ricoveri esistenti l'installazione dipende dal tipo di fossa presente.

Benefici ambientali: viene ridotta l'emissione di gas nocivi di circa 25% nel caso di box con pavimentazione in cemento, e di circa il 35% con pavimentazione in metallo. Il vuoto creato dal sistema a vacuum ha un effetto positivo sull'igiene dell'ambiente in quanto previene la formazione di aerosol, frequentemente riscontrata con gli altri sistemi di rimozione e causa di diffusione di patogeni.

Effetti collaterali: non rilevanti.

E' considerata BAT per i suini in accrescimento/ingrasso e per le scrofe sia per i nuovi ricoveri, sia per quelli esistenti.

3.1.7 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) e riciclo dei liquami in canali con strato liquido permanente

Fattore di emissione: grassi: 1,5 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,8 kg NH_3/posto per anno (con flusso di liquame tal quale)
grassi: 1,2 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,5 NH_3/posto per anno (con flusso di liquame aerato)

Descrizione:

a) pavimento parzialmente fessurato interno con fossa di raccolta delle deiezioni, larga da 1,5 a 2 m circa, avente la funzione di un canale idoneo alle operazioni di ricircolo, in cui permane uno strato liquido per impedire la formazione di incrostazioni di difficile rimozione. Con frequenza almeno giornaliera i canali vengono lavati con un flusso di liquame chiarificato e aerato o semplicemente chiarificato.

b) Pavimento pieno nella parte interna del ricovero e fossa nella corsia esterna avente la funzione di un canale idoneo alle operazioni di ricircolo, in cui permane sempre lo

strato liquido. Con frequenza almeno giornaliera la fossa viene lavata con un flusso di liquame aerato e chiarificato o semplicemente chiarificato.
Applicabilità: nel caso **a** il sistema può essere adottato su tutti i ricoveri di nuova costruzione, mentre nei ricoveri esistenti l'adozione dipende dal tipo di fossa esistente. Installazioni facilitate possono essere ottenute nei ricoveri dotati di pavimentazione parzialmente fessurata con fossa sottostante di stoccaggio.
Nel caso **b**, oltre alle condizioni di applicabilità descritte precedentemente, l'installazione è facilitata nei ricoveri esistenti dotati di corsia esterna di defecazione con pavimento fessurato e fossa sottostante.
Benefici ambientali: il lavaggio con flusso di liquame non aerato porta alla riduzione delle emissioni di NH_3 del 50%, mentre il lavaggio con flusso di liquame aerato porta ad una riduzione di circa il 60%.
Effetti collaterali: il sistema ha un consumo energetico che, in relazione ai trattamenti e al pompaggio del liquame per il ricircolo, risulta elevato, pari a circa:

- 3,4 kWh/posto per anno per le scrofe e 1,3 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per il pompaggio;
- 18,3 kWh/posto per anno per le scrofe e 7,3 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per la separazione;
- 16,8 kWh/posto per anno per le scrofe e 8,2 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per l'aerazione.

Possono insorgere problemi sanitari qualora si utilizzi nella fase di ricircolo liquame non sufficientemente stabilizzato.
Questa tecnica, sia nella versione con fossa interna, sia in quelle con fossa esterna, equivalenti come beneficio ambientale, non è considerata BAT per gli edifici di nuova realizzazione o per la ristrutturazione di edifici esistenti che volessero adottarla.
È considerata BAT, invece, per gli edifici esistenti, là ove esiste già, sia nella versione con ricircolo con liquame aerato, sia in quella con liquame non aerato.

3.1.8 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con ricircolo liquami in tubi o cunette senza strato liquido

Fattore di emissione: grassi: 1,2 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,5 kg NH_3/posto per anno (con liquame tal quale)
grassi: 0,9 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,1 NH_3/posto per anno (con liquame aerato)

Descrizione:
a) pavimento interno parzialmente fessurato con disposizione di cunette di sgrondo sul fondo della fossa sottostante realizzate in metallo, cemento o plastica. La pendenza delle pareti delle cunette deve essere di circa 60°. Le cunette vengono posizionate con una pendenza sufficiente a sgrondare le urine, mentre la rimozione delle deiezioni solide viene effettuata due volte al giorno con ricircolo di liquame chiarificato e aerato o anche non aerato.
b) Pavimento interno parzialmente fessurato inglobante tubi sottostanti ogni fessura, generalmente realizzati con profilati di PVC (sistema Lusetti). La canalizzazione è in pendenza in modo da permettere il continuo drenaggio delle urine. Per la rimozione delle deiezioni solide valgono le considerazioni fatte per la soluzione **a.**
c) Pavimento pieno nella parte interna del ricovero e area di defecazione esterna dotata di pavimento completamente fessurato con disposizione di cunette di sgrondo sottostanti, come descritto nella soluzione **a.**

d) Pavimento pieno nella parte interna del ricovero e area di defecazione esterna dotata di pavimento fessurato inglobante tubi sottostanti ogni fessura, come descritto nella soluzione **b.**

Applicabilità: il sistema può essere adottato nei ricoveri di nuova costruzione. Nei ricoveri esistenti l'adozione dipende dal tipo di fossa esistente. L'installazione delle soluzioni **a** e **c** è facilitata nei ricoveri esistenti con pavimento parzialmente fessurato con fossa sottostante. Per le soluzioni **b** e **d**, l'installazione può essere fatta agevolmente in ricoveri esistenti con pavimento pieno.

Benefici ambientali: in confronto al sistema di riferimento la diminuzione di emissione ammoniacale è elevata, grazie alla ridotta superficie emissiva e alla rimozione rapida e frequente delle deiezioni. Il riciclo con flusso di liquame tal quale porta alla riduzione delle emissioni di NH_3 del 60%. Il riciclo con flusso di liquame aerato porta alla riduzione delle emissioni di NH_3 del 70%.

Effetti collaterali: il sistema ha un consumo energetico elevato in relazione alla movimentazione del liquame per il ricircolo, pari a circa:

- 2,4 kWh/posto per anno per le scrofe e 1,0 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per il pompaggio;
- 12,0 kWh/posto per anno per le scrofe e 5,1 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per la separazione;
- 15,6 kWh/posto per anno per le scrofe e 7,2 kWh/posto per anno per i suini da ingrasso, per l'aerazione.

Possono insorgere problemi di picchi di odori qualora si utilizzi liquame non sufficientemente stabilizzato nella fase di ricircolo. Se non viene rispettata la frequenza di lavaggio possono insorgere problemi di intasamento delle cunette e dei tubi.

Questa tecnica, in entrambe le versioni (tubi o cunette), è considerata BAT per i nuovi ricoveri quando si verificano le seguenti condizioni:

- il liquame usato per il ricircolo non viene sottoposto ad aerazione (tecnica considerata energivora);
- non esistono residenze civili nei dintorni che possono essere disturbate dai picchi di odori che si determinano durante il ricircolo.

È considerata BAT nei ricoveri esistenti quando è già presente in essi, qualunque sia il tipo di liquame impiegato (aerato o non aerato).

3.1.9 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con fossa sottostante a pareti inclinate e rimozione dei liquami con sistema a vacuum

Fattore di emissione: grassi: 1,2 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,5 kg NH_3/posto per anno (fessurato in cemento)
grassi: 1,0 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,2 kg NH_3/posto per anno (grigliato in metallo)

Descrizione:

a) pavimento parzialmente fessurato con disposizione sul fondo della fossa di bocche di scarico per il liquame. Le condutture di ogni singola sala vengono collegate alla fognatura principale per mezzo di una valvola di scarico a chiusura ermetica che viene aperta per sollevamento ogni 3-4 giorni circa permettendo così la rimozione dei reflui presenti nella fossa. La depressione (vacuum) esercitata dall'apertura permette una pulizia ottimale della pavimentazione. L'inclinazione delle pareti, diversa per il lato perimetrale (>60°) e per il lato interno (>45°), permette alle deiezioni di salire rapidamente di livello, consentendo così di svuotare più frequentemente la fossa.

b) Si differenzia dalla soluzione precedente per il pavimento interno pieno e la corsia di defecazione con pavimento fessurato all'esterno.
Applicabilità: il sistema può essere adottato su tutti i ricoveri nuovi. Nei ricoveri esistenti l'installazione dipende dal tipo di fossa presente.
Benefici ambientali: viene ridotta l'emissione di ammoniaca del 60% con fessurato in cemento e del 66% se si usa il grigliato in metallo. Il vuoto creato dal sistema a vacuum ha un effetto positivo sull'igiene dell'ambiente in quanto previene la formazione di aerosol, frequentemente riscontrata con gli altri sistemi di rimozione, causa di potenziale diffusione di agenti infettivi.
Effetti collaterali: non rilevanti.
La tecnica nelle due versioni, fessurato/grigliato interno, fessurato/grigliato in corsia esterna, è considerata BAT sia per i nuovi ricoveri, sia per quelli esistenti e per entrambe le categorie di suini considerate (accrescimento/ingrasso e scrofe in attesa calore/gestazione).

3.1.10 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con parte piena centrale convessa con fossa sottostante a pareti svasate e rimozione dei liquami con sistema a vacuum
Fattore di emissione: grassi: 1,2 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,5 kg NH_3/posto per anno (fessurato in cemento)
grassi: 1,0 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,2 kg NH_3/posto per anno (grigliato in metallo)
Descrizione: box multipli con due zone fessurate (o grigliate) separate da un pavimento pieno convesso centrale. La zona anteriore non è solitamente usata come luogo di defecazione e nella fossa sottostante cadono soprattutto scarti di cibo. Per questo è riempita con acqua allo scopo di limitare lo sviluppo di mosche. La zona posteriore, della larghezza minima di 1,10 m, presenta, sotto il fessurato, una fossa con pareti inclinate rispettivamente di 45 e 60°, in modo da raggiungere in tempi brevi l'altezza di battente necessaria per una rimozione frequente. Per ottenere buone prestazioni ambientali lo svuotamento della fossa dovrebbe essere fatto quando la superficie di liquame esposta all'aria raggiunge 0,18 m^2 per ogni posto in allevamento.
Applicabilità: il sistema è applicabile in ricoveri di nuova costruzione. Nei ricoveri esistenti la sua adozione dipende dalla presenza e dalla dimensione della fossa. In Italia questa tecnica non è stata sufficientemente testata per cui non è possibile esprimere valutazioni sulla sua utilizzabilità nei nostri allevamenti.
Benefici ambientali: viene ridotta l'emissione di ammoniaca di circa il 60% con il fessurato in cemento, e del 66% se si usa il grigliato in metallo. Il sistema non richiede un uso di energia suppletivo rispetto al sistema di riferimento.
Effetti collaterali: non noti.
Questa tecnica è classificata come BAT sia per i nuovi ricoveri, sia per quelli esistenti.

3.1.11 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con raschiatore nella fossa sottostante
Fattore di emissione: grassi: 1,8-2,5 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 2,2 (3,1 dato danese citato nel BREF) kg NH_3/posto per anno (pavimento fessurato in cemento)
grassi: 1,5 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 1,8 kg NH_3/posto per anno (pavimento grigliato in metallo)

Descrizione:
a) corsia di defecazione interna con elementi fessurati o grigliati. Piano della fossa sottostante realizzato in cemento armato, levigato ed eventualmente rivestito con sottile manto epossidico a ridotta porosità, con doppia pendenza e canale di sgrondo centrale per le urine. La frazione solida viene rimossa grazie al passaggio giornaliero di un raschiatore collegato ad apposito gruppo di traino.
b) Pavimento della parte interna pieno, corsia esterna di defecazione in elementi fessurati o grigliati, fossa sottostante con piano in cemento armato, eventualmente rivestito con materiale a ridotta porosità, con doppia pendenza e canale di sgrondo centrale per le urine. La frazione solida viene rimossa grazie al passaggio giornaliero di un raschiatore collegato ad apposito gruppo di traino.
Applicabilità: è considerata di difficile applicazione negli edifici esistenti, in relazione anche alla configurazione della fossa già presente.
Benefici ambientali: si ha una riduzione nelle emissioni di ammoniaca dal 15 al 40% con fessurato in cemento, e del 50% con fessurato in metallo.
Effetti collaterali: l'efficacia del sistema dipende essenzialmente dalla planarità del piano di scorrimento e dal rivestimento dello stesso, che deve essere effettuato con materiale poco usurabile e a bassa scabrosità. La richiesta energetica è superiore di 0,60 KWh/posto per anno a quella del sistema di riferimento; l'extra-costo è imputabile alla movimentazione del raschiatore.
Il sistema non è riconosciuto come BAT per i nuovi ricoveri. È riconosciuto come BAT nei ricoveri esistenti in cui è già presente.

3.1.12 Pavimento parzialmente fessurato interno e lettiera nella corsia esterna di defecazione

Fattore di emissione: grassi: 2,1 kg NH_3/posto per anno; scrofe: 2,6 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: pavimento parzialmente fessurato in cemento all'interno del box e strato di lettiera (generalmente paglia o stocchi di mais) nella corsia esterna di defecazione. La lettiera assolve alla funzione di produrre un materiale palabile mescolandosi alle deiezioni. Lo strato di lettiera, aggiunta periodicamente, viene calpestato dagli animali, fatto tracimare al di sotto della transenna laterale e scaricato in una canaletta in cui si accumula. Un raschiatore posizionato all'interno della canaletta provvede a rimuovere il letame e ad accumularlo in testa al ricovero. A seconda del quantitativo di lettiera impiegato si può formare solo materiale solido (letame suino), oppure materiale solido più liquido di drenaggio che viene raccolto in apposita fossa di stoccaggio. La fossa sottostante il fessurato interno può essere ripulita con sistemi di rimozione rapida e frequente come il sistema a vacuum, il sistema a ricircolo con tubi o cunette o anche, là dove esiste già, con il ricircolo in canali con strato liquido permanente.
Applicabilità: il sistema non sembra applicabile ai ricoveri già esistenti, se non nel caso in cui esista già un pavimento parzialmente fessurato interno e i lavori consistano nella sola realizzazione della corsia esterna.
Benefici ambientali: riduzione delle emissioni di ammoniaca valutabile in circa il 30%. L'uso della lettiera solo nella parte esterna evita i problemi di gestione e di incremento delle emissioni che si possono avere con l'uso della lettiera estesa a tutta la superficie del box per animali di peso vivo elevato quali si hanno nelle fasi di ingrasso e di gestazione.

Effetti collaterali: l'energia richiesta dal sistema è principalmente usata per la rimozione dei liquami. Tale energia addizionale rispetto al sistema di riferimento è stimata in circa 12,6 kWh/posto per anno.
Quando la tecnica è impiegata con quantitativi sufficienti di paglia e viene effettuata una rimozione frequente sia dei liquami della fossa interna, sia del letame dalla fossa esterna, è da considerare BAT sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per i ricoveri esistenti ove è già in adozione o si intende adottarla.

3.1.13 Pavimento pieno interno e lettiera nella corsia esterna di defecazione
Fattore di emissione: grassi: 2,4 kg NH_3/posto per anno; scrofe:3,0 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: pavimento pieno all'interno del box e strato di lettiera (generalmente paglia o stocchi di mais) nella corsia esterna di defecazione. La lettiera, mescolandosi alle deiezioni, assolve alla funzione di produrre un materiale palabile. Lo strato di lettiera, aggiunta periodicamente, viene calpestato dagli animali, fatto tracimare al di sotto della transenna laterale e scaricato in una canaletta in cui si accumula. Un raschiatore posizionato all'interno della canaletta provvede a rimuovere il letame e ad accumularlo in testa al ricovero. A seconda del quantitativo di lettiera impiegato si può formare solo materiale solido (letame suino), oppure materiale solido più liquido di drenaggio che viene raccolto in apposita fossa di stoccaggio.
Applicabilità: il sistema può essere adottato in tutti i nuovi ricoveri. È applicabile anche ai ricoveri esistenti, con adattamento della corsia esterna.
Benefici ambientali: ridotta produzione di deiezioni liquide, e riduzione delle emissioni di ammoniaca valutabile in circa il 20÷30%.
Effetti collaterali: elevata manodopera per la gestione della lettiera. Il maggiore consumo energetico rispetto al sistema di riferimento è stimato in 0,4 kWh/posto per anno.
La tecnica è portata come esempio di tecnica con lettiera da considerare BAT in tutti i casi (ricoveri nuovi ed esistenti) per entrambe le categorie di animali (accrescimento/ingrasso e scrofe).

3.1.14 Pavimento con lettiera in area di riposo per scrofe in gruppo con autoalimentatori
Fattore di emissione: 2,6 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: l'unità stabulativa è composta da un'area di riposo con lettiera, da un'area centrale di defecazione realizzata su pavimento pieno e da un'area per l'alimentazione con autoalimentatori elettronici. La zona di defecazione viene pulita giornalmente con l'ausilio di un raschiatore. La lettiera viene sostituita una o due volte l'anno. Le aree di defecazione e di alimentazione possono anche essere fessurate e dotate di fossa sottostante con rimozione rapida e frequente del liquame.
Applicabilità: questo sistema di stabulazione è molto adatto per le strutture di nuova costruzione. Per quelle già esistenti dipende molto dal tipo e dallo stato delle strutture stesse. La gestione della lettiera non è sempre agevole, anche per le difficoltà che talora si presentano nel reperimento del materiale lignocellulosico.
Benefici ambientali: riduzione del 38% nella produzione di ammoniaca. Bassa utilizzazione di energia in quanto non è necessario un sistema di riscaldamento e di ventilazione artificiale.
Effetti collaterali: incremento delle emissioni se la lettiera non è correttamente gestita.

E' classificata come BAT sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per i ricoveri esistenti ove è già in adozione o si intende adottarla.

3.2 Scrofe in allattamento (inclusi i lattonzoli)

3.2.1 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e fossa sottostante di stoccaggio delle deiezioni (sistema di riferimento)
Fattore di emissione: 8,7 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: il liquame viene stoccato al di sotto del pavimento grigliato della gabbia in una fossa profonda dalla quale viene rimosso al termine del ciclo di allattamento, di rado più frequentemente. Un sistema di ventilazione artificiale consente di evacuare i gas prodotti dal liquame stoccato nella fossa.
Applicabilità: la tecnica non ha prospettive di applicazione futura per i vincoli normativi derivanti dal non essere considerata una BAT.
Benefici ambientali: questo sistema, di cui si riportano valori di emissione di 8,7 kg NH_3/posto per anno, viene considerato il più emissivo. Per questo viene assunto come sistema di riferimento per il gruppo di tecniche impiegate nel comparto scrofe in allattamento.
Effetti collaterali: il sistema garantisce ottimali condizioni di pulizia e un buon controllo dell'ambiente interno. Si registra tuttavia un elevato fattore di emissione ammoniacale a causa del prolungato tempo di permanenza delle deiezioni all'interno del ricovero. Elevato anche il consumo energetico derivante dall'esigenza di mantenere attivo un sistema di ventilazione artificiale.
Questa tecnica non è considerata BAT né per i nuovi ricoveri, né per quelli esistenti. In questi ultimi dovrà essere sostituita con una delle tecniche descritte successivamente.

3.2.2 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e piano sottostante in pendenza per la separazione di feci e urine
Fattore di emissione: 5,2÷6,0 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: al di sotto delle gabbie parto viene realizzata una superficie liscia con una pendenza pari almeno al 12% che consente alle deiezioni liquide di percolare verso il collettore fognario. Questo viene svuotato almeno una volta alla settimana. Il drenaggio delle urine consente di ridurre le emissioni di ammoniaca in modo significativo. Le parti solide vengono rimosse accuratamente nel corso delle pulizie di fine ciclo.
Applicabilità: il sistema può essere adottato in tutti i ricoveri di nuova costruzione ed è applicabile anche nella ristrutturazione di sale parto esistenti.
Benefici ambientali: la rimozione rapida delle urine consente di ridurre le emissioni di ammoniaca di circa il 30% (dati CRPA) e il 40% (dati olandesi) rispetto al sistema di riferimento.
Effetti collaterali: le feci dei suinetti tendono ad accumularsi nella parte alta con difficoltà di rimozione a fine ciclo quando si fa il lavaggio accurato. Su tale substrato possono inoltre svilupparsi larve di mosca.
La tecnica **non** è considerata BAT né per le nuove realizzazioni, né per le ristrutturazioni di sale parto esistenti. È però considerata BAT quando è già presente nel ricovero.

3.2.3 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e fossa sottostante divisa in due parti per la raccolta separata delle deiezioni della scrofa e di quelle dei suinetti
Fattore di emissione: 4,2 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: la posizione fissa della scrofa determina con buona precisione l'area dove cadono le sue deiezioni. Per questo la fossa sottostante il pavimento è suddivisa in una zona anteriore più ampia riempita parzialmente di acqua per raccogliere le deiezioni dei suinetti ed una zona retrostante più ristretta per collettare le deiezioni della scrofa. La fossa deiezioni della scrofa viene svuotata frequentemente con un sistema tipo vacuum o a tracimazione. Questa tecnica riduce la superficie del liquame esposta all'aria e, di conseguenza, le emissioni di ammoniaca. Il grigliato è generalmente realizzato in metallo e/o in moduli di materiale plastico. Alla fine di ogni ciclo di allattamento la fossa di raccolta delle deiezioni dei suinetti viene svuotata, lavata, disinfettata e quindi riempita nuovamente con acqua pulita.
Applicabilità: sistema di facile applicazione sia nei ricoveri di nuova progettazione sia nella ristrutturazione di ricoveri già esistenti. In ogni caso, però, c'è la necessità di parzializzare la fossa sottostante in due parti.
Benefici ambientali: riduzione dell'emissione ammoniacale del 52% circa grazie alla limitata superficie libera del liquame e alla sua frequente rimozione.
Effetti collaterali: la frequente rimozione del liquame richiede un uso di supplementare energia. È richiesto l'uso di acqua per il canale anteriore.
La tecnica è considerata BAT sia nella progettazione di nuove sale parto, sia nella ristrutturazione di sale esistenti.

3.2.4 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e sistema di ricircolo di liquami in cunette senza strato liquido
Fattore di emissione: 3,5 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: pavimento della gabbia completamente grigliato in metallo e/o in plastica, con disposizione di cunette di sgrondo realizzate in PVC con pareti ad angolazione uguale a 60°. Il sistema viene lavato con un flusso di liquame chiarificato una o due volte al giorno. Per un buon funzionamento è bene effettuare una separazione solido/liquido del liquame da ricircolare o prelevare lo stesso da stoccaggi in cui sia avvenuta un'efficace sedimentazione dei solidi sospesi.
Applicabilità: nei ricoveri già esistenti l'applicabilità dipende dal disegno progettuale dei ricoveri stessi, ma non sembra di difficile attuazione. È possibile applicare il sistema sia nelle gabbie provviste di pavimento totalmente grigliato, sia in quelle, molto meno comuni, provviste di pavimento parzialmente grigliato.
Benefici ambientali: riduzione dell'emissione ammoniacale del 60% grazie alla limitata superficie libera del liquame e alla frequente rimozione dello stesso, oltre che all'uso di grigliato in plastica e/o metallo.
Effetti collaterali: la frequente rimozione del liquame richiede, rispetto al sistema di riferimento, un uso supplementare di energia pari a 8,5 kWh/posto per anno.
La tecnica è considerata BAT sia nella progettazione di nuove sale parto, sia nella ristrutturazione di sale esistenti.

3.2.5 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e bacinella di raccolta prefabbricata sottostante
Fattore di emissione: 3,0 kg NH_3/posto per anno

Descrizione: il sistema prevede l'installazione di una bacinella prefabbricata, opportunamente adattata, al di sotto della gabbia. La bacinella è inclinata verso la parte posteriore della scrofa e ha un'inclinazione uguale o superiore a 3° verso il centro di un canale di scolo che la collega ad un sistema di drenaggio. Ogni tre giorni il canale di drenaggio viene svuotato. Il pavimento è realizzato in grigliato metallico o di materiale plastico.
Applicabilità: il sistema è facilmente applicabile nella ristrutturazione di ricoveri già esistenti, per i quali viene generalmente proposto.
Benefici ambientali: riduzione dell'emissione ammoniacale del 65% grazie all'impiego del grigliato in metallo e/o plastica, alla limitata superficie libera del liquame e alla frequente rimozione dello stesso. Si è riscontrato un abbattimento delle emissioni superiore del 50% rispetto al sistema con piano inclinato (vedi 4.2.2).
Effetti collaterali: non segnalati.
La tecnica è considerata BAT sia nella progettazione di nuove sale parto, sia nella ristrutturazione di sale esistenti.

3.2.6 Gabbie con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e fossa di raccolta dei liquami sottostante a ridotta superficie emettente
Fattore di emissione: 5,7 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: pavimento parzialmente grigliato con fossa sottostante di stoccaggio liquami con tronchetto per la tracimazione. Il sistema può essere svuotato anche con sollevamento di una saracinesca. Alla fine di ogni ciclo di allattamento le fosse vengono accuratamente lavate e disinfettate. Questa tecnica richiede l'installazione in sala parto di un sistema di ventilazione artificiale.
Applicabilità: nei ricoveri già esistenti l'applicabilità dipende dal disegno progettuale dei ricoveri stessi ma è comunque di difficile attuazione.
Benefici ambientali: riduzione dell'emissione ammoniacale del 34% grazie alla limitata superficie libera del liquame (Denmark, 2000).
Effetti collaterali: non sono state rilevate differenze nel consumo energetico rispetto al sistema con pavimento totalmente grigliato. Per il benessere animale l'esistenza di una parte piena risponde meglio alle esigenze di comfort anche se più per i suinetti che per le scrofe.
La tecnica non è considerata BAT, né per le nuove progettazioni, né per le ristrutturazioni. È tuttavia considerata BAT quando è già presente in una sala parto esistente.

3.2.7 Gabbie con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e raschiatore per la rimozione dei liquami nella fossa sottostante
Fattore di emissione: 4,2÷5,6 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: pavimento pieno nella zona di alimentazione della gabbia e grigliato in ferro o materiale plastico nella restante parte della gabbia, dotata di raschiatore sottostante per la rimozione dei liquami che avviene con frequenza almeno giornaliera. La fossa deve essere costruita con doppia pendenza in modo da permettere lo sgrondo delle urine. Le efficienze migliori si ottengono utilizzando materiali di rivestimento poco porosi, come ad esempio sottili manti epossidici.
Applicabilità: facile nelle nuove installazioni, mentre si rende più difficile negli edifici esistenti dipendendo dalla configurazione della fossa già presente. Il sistema può essere installato con fosse di qualsiasi profondità e lunghezza.

Benefici ambientali: riduzione delle emissioni di ammoniaca valutabile tra il 35% (dato CRPA) e il 52% (dato olandese). L'efficacia del sistema dipende essenzialmente dalla planarità del piano di scorrimento e dal rivestimento dello stesso che deve permettere resistenza all'usura ed elevata pulibilità.
Effetti collaterali: extra-costo energetico valutato in 2,4 kWh/capo per anno.
La tecnica non è BAT per i ricoveri da costruire ex novo e per quelli in ristrutturazione. È BAT quando è già presente in un ricovero esistente.

3.3 Suini in post-svezzamento

3.3.1 Box o gabbie con pavimento totalmente fessurato (PTF) e sottostante fossa di raccolta delle deiezioni (sistema di riferimento)
Fattore di emissione: 0,6 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: i suinetti sono stabulati in gruppo subito dopo lo svezzamento (o dopo breve permanenza in gabbia parto senza la scrofa) in gabbiette o gabbioni sopraelevati. In alcuni casi vengono subito stabulati a terra. In tutti i casi le deiezioni vengono stoccate al di sotto del pavimento fessurato o grigliato delle gabbiette o dei box, in una fossa profonda che viene svuotata generalmente a fine ciclo o in continuo per tracimazione da soglia di altezza variabile da 15 a 30 cm circa. Il sistema adotta quasi sempre la ventilazione forzata e sistemi di riscaldamento vari.
Applicabilità: la tecnica non ha prospettive di applicazione futura non essendo considerata BAT.
Benefici ambientali: questo sistema è considerato il più emissivo tra quelli del gruppo di tecniche considerate (0,6 kg NH_3/posto per anno), per cui è stata assunta come sistema di riferimento.
Effetti collaterali: elevata emissione di odori e di altri gas a causa della permanenza prolungata nel tempo del liquame nella fossa di stoccaggio.
Questa tecnica non è considerata BAT né per i nuovi ricoveri, né per quelli esistenti. In questi ultimi dovrà essere sostituita con una delle tecniche descritte successivamente.

3.3.2 Box o gabbie con pavimento totalmente fessurato (PTF) o grigliato (PTG) e sistema di rimozione dei liquami a vacuum
Fattore di emissione: 0,45 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: pavimento completamente fessurato o grigliato con disposizione ogni 10 m^2 circa del fondo della fossa di una bocca di scarico per il liquame. Una leggera pendenza radiale è consentita solo verso le bocche di scarico per agevolare il deflusso. Le condutture di ogni singola sala vengono collegate alla fognatura principale. Lo scarico avviene per mezzo di una valvola a chiusura ermetica che viene aperta ogni 4-7 giorni circa permettendo così la rimozione dei reflui presenti nella fossa. La depressione (vacuum) esercitata dall'apertura delle condutture di scarico permette una buona pulizia della pavimentazione.
Applicabilità: il sistema può essere adottato su tutti i ricoveri nuovi, mentre in quelli esistenti è facilitata l'installazione dove il pavimento è completamente fessurato. L'applicazione sui pavimenti pieni esistenti dei vecchi edifici risulta più difficile, data la scarsa altezza del tetto. Il sistema è molto facile da gestire.
Benefici ambientali: viene ridotta l'emissione di gas nocivi di circa il 25%.

Effetti collaterali: non significativi. Nessun costo aggiuntivo per energia e consumo di acqua grazie al lento defluire del liquame e alla leggera depressione barica che si crea all'interno dei ricoveri.
E' considerata BAT sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per quelli esistenti che già l'adottano o intendono adottarla.

3.3.3 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e piano sottostante in pendenza per la separazione di feci e urine
Fattore di emissione: 0,42 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: al di sotto del pavimento delle gabbie viene posizionato un piano con superficie perfettamente levigata con pendenza di circa il 12% verso un collettore centrale di raccolta dei liquami. Settimanalmente il collettore centrale viene svuotato aprendo una valvola di ritenzione che convoglia i liquami verso la fognatura principale. L'elevata pendenza permette alle urine di sgrondare in continuazione verso il collettore che, avendo ridotto superfici emettente, limita di conseguenza l'emissione di ammoniaca. L'applicazione non è in nessun caso influenzata dalla configurazione e dalle dimensioni della gabbia. Le parti solide vengono rimosse nel corso delle pulizie di fine ciclo.
Applicabilità: la tecnica è facilmente applicabile in tutti gli edifici di nuova costruzione e nelle ristrutturazioni più comuni, in quanto non è influenzata dal tipo di gabbia. Il sistema non presenta particolari problemi gestionali.
Benefici ambientali: emissioni di ammoniaca ridotte del 30% rispetto al sistema di riferimento, grazie alla separazione delle urine dalla frazione solida. Non ci sono costi addizionali per l'energia.
Effetti collaterali: le feci dei suinetti tendono ad accumularsi nella parte alta con difficoltà di rimozione a fine ciclo quando si fa il lavaggio accurato. Su tale substrato possono inoltre svilupparsi larve di mosca.
La tecnica è considerata BAT sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per quelli da ristrutturare, sia per quelli in cui è già in applicazione. Da notare che la stessa tecnica non è considerata BAT per le sale parto di nuova progettazione e per quelle da ristrutturare.

3.3.4 Box o gabbie con pavimento totalmente fessurato (PTF) o grigliato (PTG) e fossa sottostante con raschiatore
Fattore di emissione: 0,38 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: piano della fossa realizzato in cemento armato levigato ed eventualmente rivestito con materiale a ridotta porosità, con doppia pendenza e canale di sgrondo delle urine centrale. La frazione solida viene rimossa grazie al passaggio giornaliero di un raschiatore collegato ad apposito gruppo di traino. Nel caso delle gabbie il pavimento è generalmente realizzato in elementi di grigliato in ferro o plastica. Nel caso dei box si trova più frequentemente il fessurato in elementi di cemento armato.
Applicabilità: facile nelle nuove installazioni, mentre si rende più difficile negli edifici esistenti dipendendo dalla configurazione della fossa esistente. Il sistema può essere installato con fosse di qualsivoglia profondità e lunghezza.
Benefici ambientali:. La riduzione delle emissioni ammoniacali può arrivare al 35%.
Effetti collaterali: l'efficacia del sistema dipende essenzialmente dalla planarità del piano di scorrimento e dal rivestimento dello stesso, che deve permettere resistenza all'uscita ed elevata pulibilità. Se questi requisiti non sono rispettati il beneficio

ambientale può addirittura annullarsi. L'extra-costo energetico rispetto al sistema di riferimento, dovuto all'utilizzo del raschiatore, è valutato in 0,24 kWh/capo per anno.
La tecnica non è BAT per le nuove realizzazioni e per le ristrutturazioni in cui si intenda adottarla, mentre è da considerare BAT là dove l'impianto è già presente.

3.3.5 Box o gabbie con pavimento totalmente fessurato (PTF) o grigliato (PTG) e riciclo dei liquami in cunette o tubi senza strato liquido
Fattore di emissione: 0,35 kg NH_3/posto per anno (con liquame non aerato)
0,30 NH_3/posto per anno (con liquame aerato)
Descrizione: pavimento completamente fessurato o grigliato con disposizione sottostante di cunette sostenute da travi o adagiate sul fondo della fossa. Le cunette di sgrondo sono generalmente realizzate con profilati in PVC, cemento armato o metallo. Con frequenza almeno giornaliera, preferibilmente due volte al giorno, i canali vengono lavati con un flusso di liquame chiarificato aerato o non aerato. La pendenza delle pareti laterali dei canali deve essere di almeno 60°. Nel caso di box a terra può essere adottato anche il sistema di ricircolo a tubi descritto per la tecnica 3.1.4.
Applicabilità: il sistema può essere adottato in tutti i ricoveri di nuova costruzione, mentre in quelli esistenti l'applicabilità dipende dal tipo di fossa già presente.
Benefici ambientali: in confronto al sistema di riferimento la riduzione di emissione ammoniacale è elevata, grazie alla ridotta superficie emissiva e alla rimozione rapida e frequente delle deiezioni. Il lavaggio con flusso di liquame tal quale porta alla riduzione delle emissioni di NH_3 del 40%. Il lavaggio con flusso di liquame aerato porta alla riduzione delle emissioni di NH_3 del 50%.
Effetti collaterali: il sistema ha un consumo energetico superiore a quello del sistema di riferimento in relazione al pompaggio del liquame per il ricircolo, pari a circa 1,9 kWh/anno per posto se si effettua il lavaggio con liquame non aerato, e di 3,1 kWh/anno per posto se si effettua il lavaggio con liquame aerato. Possono insorgere problemi qualora si utilizzi nella fase di ricircolo liquame non sufficientemente stabilizzato. Se non viene rispettata la frequenza di lavaggio possono insorgere problemi di intasamento delle canalette.
Questa tecnica è considerata BAT per i nuovi ricoveri quando si verificano le seguenti condizioni:

- il liquame usato per il ricircolo non viene sottoposto ad aerazione (tecnica considerata energivora);
- non esistono residenze civili nei dintorni che possono essere disturbate dai picchi di odori che si possono determinare durante il ricircolo.

È considerata BAT nei ricoveri esistenti quando già presente in essi, qualunque sia il tipo di liquame impiegato (aerato o non aerato).

3.3.6 Box o gabbie con pavimento parzialmente fessurato (PPF) o grigliato (PPG) e sistema di rimozione dei liquami a vacuum
Fattore di emissione: 0,45 kg NH_3/posto per anno (con pavimento fessurato in cemento)
0,38 kg NH_3/posto per anno (con pavimento grigliato)
Descrizione: pavimento parzialmente fessurato con disposizione sul fondo della fossa di bocche di scarico per il liquame. Le condutture di ogni singola sala vengono collegate alla fognatura principale per mezzo di una valvola a chiusura ermetica che viene aperta per sollevamento con frequenza almeno settimanale permettendo così la rimozione dei

reflui presenti nella fossa. La depressione (vacuum) esercitata dall'apertura permette un'ottimale pulizia della pavimentazione.
Applicabilità: il sistema può essere adottato su tutti i ricoveri nuovi. Nei ricoveri esistenti l'installazione dipende dal tipo di fossa presente.
Benefici ambientali: viene ridotta l'emissione di gas nocivi di circa il 25% con fessurato in cemento, e di circa il 35% con il grigliato. Il vuoto creato dal sistema ha un effetto positivo sull'igiene dell'ambiente in quanto previene la formazione di aerosol, frequentemente riscontrata con gli altri sistemi di rimozione, causa di diffusione di forme patogene.
Effetti collaterali: non significativi. Nessun costo aggiuntivo per energia e consumo di acqua grazie al lento defluire del liquame e alla leggera depressione barica che si crea all'interno dei ricoveri.
E' considerata BAT sia per i nuovi ricoveri, sia per quelli già esistenti.

3.3.7 Box con pavimento parzialmente fessurato (PPF) e sistema a doppia climatizzazione
Fattore di emissione: 0,40 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: le deiezioni sono gestite in forma di liquame. Consta di un corridoio di servizio centrale addossato al quale corrono le corsie fessurate di defecazione delle due file di box contrapposti. Lo svuotamento del liquame dalla fossa sottostante profonda (0,4÷0,6 m) avviene dopo la rimozione dei capi in occasione delle pulizie di fine ciclo, ossia ad intervalli di 6-8 settimane. Nella zona di riposo con pavimento pieno c'è un tettuccio mobile che, una volta abbassato, crea una zona riparata a condizioni termiche più vicine ai requisiti di comfort dei suinetti.
Applicabilità: relativamente semplice nei ricoveri nuovi, nei ricoveri esistenti l'introduzione di questa tecnica è facilitata dalla presenza di una fossa interna.
Benefici ambientali: viene riportata da ricercatori danesi, che l'hanno monitorata, una percentuale di riduzione dell'emissione di ammoniaca del 34%. La ventilazione naturale, che è possibile adottare, assicura il contenimento dei consumi di energia elettrica.
Effetti collaterali: non si segnalano effetti collaterali negativi di rilievo. La tecnica risponde bene ai requisiti sul benessere.
Viene considerata BAT per i risultati positivi ottenuti in Danimarca. La sua introduzione in Italia richiederebbe alcune verifiche soprattutto per quanto riguarda il rischio di sporcamento della parte piena in estate.

3.3.8 Box con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e parte piena in pendenza o centrale convessa con fossa di raccolta a pareti verticali
Fattore di emissione: 0,35 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: in questa tecnica viene utilizzato un pavimento parzialmente grigliato, in cui la parte piena può essere laterale e inclinata verso la fossa di stoccaggio o centrale e convessa.
Nel primo caso viene realizzata una sola fossa di raccolta liquami verso la parete laterale del ricovero, mentre nel secondo caso, per raccogliere tutti i liquidi di sgrondo, il pavimento grigliato è presente su entrambi i lati della parte piena e la fossa è comunicante. Le pareti della fossa sono verticali. La parte grigliata è realizzata in ferro o in materiale plastico. Lo svuotamento avviene a fine ciclo, generalmente ogni 7-8 settimane.

Applicabilità: il sistema è applicabile alle strutture di nuova costruzione. In quelle già esistenti l'introduzione è legata al disegno progettuale delle stesse.
Benefici ambientali: riduzione delle emissioni di ammoniaca del 43% grazie alla minore superficie libera del liquame rispetto al sistema di riferimento.
Effetti collaterali: non si segnalano effetti collaterali negativi. Positiva la presenza di una zona di riposo a pavimento pieno per il comparto dei suinetti.
La tecnica è considerata BAT sia per i ricoveri nuovi, sia per quelli esistenti.

3.3.9 Box con pavimento parzialmente grigliato (PPG), parte piena centrale convessa con fossa dei liquami a pareti verticali e rimozione dei liquami con sistema a vacuum
Fattore di emissione: 0,25 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: la tecnica prevede la realizzazione di due zone grigliate, separate da un'area con pavimento pieno convesso. La zona anteriore non è solitamente usata come luogo di defecazione e nella fossa sottostante cadono soprattutto scarti di cibo e acque di abbeverata. Per questo viene riempita con acqua allo scopo di ridurre lo sviluppo e la crescita di mosche.
Applicabilità: in strutture già esistenti l'applicabilità è legata al disegno progettuale delle stesse.
Benefici ambientali: riduzione delle emissioni di NH_3 del 57% dovuta alla minore superficie libera del liquame e all'uso di grigliato in ferro o materiale plastico. Non è prevista alcuna richiesta di energia supplementare rispetto al sistema di riferimento.
Effetti collaterali: non si segnalano effetti negativi rilevanti.
La tecnica è considerata BAT sia per i ricoveri nuovi, sia per quelli esistenti.

3.3.10 Box con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e parte centrale convessa con fossa liquami sottostante a pareti inclinate e rimozione dei liquami con sistema a vacuum
Fattore di emissione: 0,15 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: sono presenti due zone grigliate separate da un pavimento pieno convesso. La zona anteriore non è solitamente usata come luogo di defecazione e al suo interno cadono soprattutto scarti di cibo. Per questo la fossa sottostante è riempita con acqua allo scopo di limitare lo sviluppo delle mosche. La zona posteriore, della larghezza minima di 1,10 m, presenta, sotto il fessurato, una fossa con pareti inclinate rispettivamente di 45° e 60°, in modo da raggiungere prima l'altezza di battente necessaria per una buona evacuazione. Per ottenere buone prestazioni ambientali lo svuotamento della fossa dovrebbe essere fatto quando la superficie di liquame esposta all'aria raggiunge 0,18 m^2 per ogni posto in allevamento.
Applicabilità: il sistema è applicabile in ricoveri esistenti con solo piccole variazioni.
Benefici ambientali: riduzione delle emissioni di NH_3 del 72% dovuta alla minore superficie libera del liquame rispetto al sistema di riferimento, alla frequente rimozione del liquame e all'uso di pavimento grigliato. Non è prevista alcuna richiesta di energia supplementare rispetto al sistema di riferimento.
Effetti collaterali: non significativi.
La tecnica è considerata BAT sia per i ricoveri nuovi, sia per quelli esistenti.

3.3.11 Box con pavimento parzialmente fessurato (PPF) o grigliato (PPG) e ricircolo del liquame in cunette senza strato liquido
Fattore di emissione: 0,25 kg NH_3/posto per anno (con liquame non aerato)

0,20 kg NH_3/posto per anno (con liquame aerato)

Descrizione: pavimento parzialmente fessurato o grigliato con disposizione di cunette di sgrondo sul fondo della fossa sottostante, realizzate in metallo, cemento o plastica. La pendenza delle pareti laterali delle cunette deve essere di circa 60°. Le cunette vengono posizionate con una pendenza sufficiente a sgrondare le urine, mentre il lavaggio delle deiezioni solide viene effettuato una o due volte al giorno con ricircolo di liquame chiarificato e aerato o anche non aerato.

Applicabilità: il sistema può essere adottato nei ricoveri di nuova costruzione. Nei ricoveri esistenti l'introduzione dipende dal tipo di fossa esistente, ma è notevolmente facilitata quando è presente un pavimento parzialmente fessurato con fossa sottostante.

Benefici ambientali: in confronto al sistema di riferimento la riduzione di emissione ammoniacale è elevata, grazie alla ridotta superficie emissiva e alla rimozione rapida e frequente delle deiezioni. Il ricircolo con flusso di liquame non aerato porta alla riduzione delle emissioni di NH_3 del 60%. Il ricircolo con flusso di liquame aerato porta alla riduzione delle emissioni di NH_3 del 70%.

Effetti collaterali: il sistema ha un consumo energetico superiore al sistema di riferimento in relazione alla movimentazione del liquame per il ricircolo, pari a circa:

- 1,0 kWh/posto per anno, per il pompaggio;
- 5,1 kWh/posto per anno, per la separazione;
- 7,2 kWh/posto per anno, per l'aerazione.

Possono insorgere problemi di picchi di odori qualora si utilizzi nella fase di ricircolo liquame non sufficientemente stabilizzato. Se non viene rispettata la frequenza di lavaggio si possono creare problemi di intasamento delle canalette.

Questa tecnica è considerata BAT per i nuovi ricoveri quando si verificano le seguenti condizioni:

- il liquame usato per il ricircolo non viene sottoposto ad aerazione (tecnica considerata energivora);
- non esistono residenze civili nei dintorni che possono essere disturbate dai picchi di odori che si determinano durante il ricircolo.

È considerata BAT nei ricoveri esistenti quando è già presente in essi, qualunque sia il tipo di liquame impiegato (aerato o non aerato).

3.3.12 Box con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e raschiatore nella fossa sottostante

Fattore di emissione: 0,20÷0,35 kg NH_3/posto per anno

Descrizione: piano della fossa sottostante il grigliato realizzato in cemento armato, levigato ed eventualmente rivestito con sottile manto epossidico a ridotta porosità, con doppia pendenza e canale di sgrondo delle urine centrale. La frazione solida viene rimossa grazie al passaggio giornaliero di un raschiatore collegato ad apposito gruppo di traino. Il grigliato è generalmente costituito da elementi modulari in ferro o in materiale plastico.

Applicabilità: facile nelle nuove installazioni, mentre si rende più difficile negli edifici esistenti dipendendo dalla configurazione della fossa esistente.

Benefici ambientali: il sistema può essere installato con fosse di qualsivoglia profondità e lunghezza. Emissioni di ammoniaca ridotte del 40% rispetto al sistema di riferimento per l'Italia (dati CRPA) e del 70% per Olanda e Belgio (The Netherlands, 1999).

Effetti collaterali: l'efficacia del sistema dipende essenzialmente dalla planarità del piano di scorrimento e dal rivestimento dello stesso, che deve essere realizzato con materiale poco usurabile e a bassa scabrosità. Il costo energetico, superiore a quello del sistema di riferimento per la movimentazione del raschiatore, è valutabile in 0,15 kWh/capo per anno.
La tecnica non è riconosciuta come BAT per i nuovi ricoveri. È riconosciuta come BAT nei ricoveri esistenti in cui è già presente.

3.3.13 Box con pavimento parzialmente fessurato (PPF) o grigliato (PPG) e con copertura di parte dell'area piena (sistema a kennel)
Fattore di emissione: dato non disponibile
Descrizione: questa tecnica prevede la realizzazione di un'area centrale con pavimento pieno, sul quale è disposta una piccola quantità di paglia per migliorare il benessere degli animali. In questa zona sono installate anche le mangiatoie. Le aree di defecazione sono disposte sul lato corto del box, mentre le aree coperte di riposo sono disposte sul lato lungo. La superficie di emissione della zona fessurata è pari ad un massimo di 0,09 m^2/capo. Grazie alla presenza delle cuccette coperte, la temperatura della sala può essere tenuta più bassa rispetto al sistema tradizionale. La ventilazione può essere sia naturale che artificiale.
Applicabilità: nei ricoveri esistenti viene facilitata l'installazione quando è già presente una fossa di stoccaggio.
Benefici ambientali: la tecnica è stata monitorata in Olanda ma non sono ancora disponibili dati sufficientemente attendibili.
Effetti collaterali: dati non disponibili.
Nel BREF nulla viene chiarito circa la qualifica come BAT. In Italia non ci sono esperienze che permettano di valutarla.

3.3.14 Box con pavimento pieno e lettiera estesa a tutta la superficie (lettiera integrale)
Fattore di emissione: dato non disponibile
Descrizione: pavimento pieno con deposizione, su tutta la superficie del box, di uno strato di lettiera (paglia, stocchi di mais o truciolo) che assolve alla funzione di assorbimento delle deiezioni. Lo svuotamento avviene con diversa periodicità; nel caso specifico del suinetto la rimozione della lettiera viene fatta alla fine del periodo di post-svezzamento, al momento del vuoto sanitario. L'alimentazione avviene con sistema di distribuzione a secco.
Applicabilità: il sistema può essere adottato su tutti i ricoveri nuovi. In ricoveri già esistenti tale sistema può essere applicato solo se è presente una pavimentazione in cemento non fessurata. Si segnalano difficoltà nell'inserimento di questa tecnica nei ricoveri con suinetti alimentati a broda per i notevoli volumi di deiezioni prodotte. Necessita di elevata manodopera per la gestione della lettiera.
Benefici ambientali: le emissioni di ammoniaca non sono state quantificate con esattezza. La produzione di letame risultante dal mescolamento della lettiera con le deiezioni viene considerata un vantaggio sotto l'aspetto agronomico, in quanto la sostanza organica incorporata nel suolo migliora la struttura fisica del terreno e si riducono le perdite di azoto per lisciviazione e percolazione. Il sistema, inoltre, migliora lo stato di benessere dell'animale.

Effetti collaterali: si segnala un incremento, rispetto al sistema di riferimento, delle emissioni di N_2O. Nel caso di gestione non corretta e di uso di quantitativi troppo ridotti di lettiere si possono avere emissioni maleodoranti.
Pur non essendo disponibili dati attendibili sulle emissioni, si ritiene che qualora la lettiera venga gestita secondo le buone pratiche, mettendo innanzitutto materiale lignocellulosico a sufficienza e asportando le parti di lettiera bagnata, la tecnica possa essere considerata BAT.

4. BAT per la riduzione delle emissioni di NH_3 dagli allevamenti avicoli

4.1 Galline ovaiole in gabbia

4.1.1 Gabbie con sottostante fossa di stoccaggio prolungato non ventilata (sistema di riferimento)
Fattore di emissione: 0,220 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: questo sistema di allevamento si ritrova di solito con sistemazione delle gabbie a più piani sfalsati. In questo tipo di gabbie le deiezioni per azione di un raschiatore o per caduta diretta si accumulano all'interno di una fossa più o meno profonda. Il tenore di sostanza secca della pollina fresca è intorno al 15-25% e i processi anaerobici durante lo stoccaggio lo fanno abbassare ulteriormente di qualche punto. La rimozione viene effettuata con periodicità stagionale mediante trattore munito di pala.
Applicabilità: la tecnica è superata ed in via di abbandono anche negli allevamenti esistenti.
Beneficio ambientale: è il metodo che presenta i più elevati livelli di emissione di ammoniaca, stimati in 0,220 kg NH_3/posto per anno.
Effetti collaterali: il sistema presenta alti valori emissivi anche per odori e altri gas. Elevato è pure il rischio di sviluppo di popolamenti muscidici.
Non viene considerata BAT né per i nuovi allevamenti, né per le ristrutturazioni, né per ricoveri che l'abbiano già in adozione.

4.1.2 Gabbie con sottostante fossa di stoccaggio e rimozione frequente della pollina a mezzo di raschiatore
Fattore di emissione: 0,220 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: questa forma di stabulazione si ritrova di solito con sistemazione delle gabbie a più piani sfalsati. In questo tipo di gabbie le deiezioni, o per azione di un raschiatore o per caduta diretta, si accumulano sulla pavimentazione posta sotto le gabbie dalla quale vengono rimosse giornalmente o settimanalmente per mezzo di raschiatori. I raschiatori utilizzati possono essere di diverso tipo e possono essere trascinati con sistemi ad asta o catena. Verso l'estremità di testata del ricovero la pollina rimossa viene riversata in un collettore terminale da dove viene poi trasferita allo stoccaggio esterno. Nonostante la rimozione frequente resa possibile dal raschiatore, questa tecnica non assicura abbattimenti dell'ammoniaca rispetto alla tecnica di riferimento, in quanto sul fondo in cemento della fossa si forma uno strato sottile e permanente di pollina, la cui potenzialità emissiva è pari a quella dello strato superficiale di una fossa di pari superficie ricolma di deiezioni. Il tenore di sostanza secca della pollina è compreso tra il 20 e il 25%.

Applicabilità: l'adozione di questo sistema è relativamente semplice, ma nei ricoveri esistenti necessita di uno stoccaggio esterno deguatamente dimensionato. La tecnica non ha comunque prospettive di sviluppo futuro o di mantenimento nei ricoveri esistenti non essendo classificata come BAT.
Benefici ambientali: le emissioni sono comparabili con quelle del sistema di riferimento, mentre le emissioni di odori sembrano essere leggermente inferiori.
Effetti collaterali: costo energetico superiore a quello del sistema di riferimento, legato all'utilizzo del raschiatore; è possibile lo sviluppo di mosche.
Non viene considerata BAT né per i nuovi allevamenti, né per le ristrutturazioni, né per ricoveri che l'abbiano già in adozione.

4.1.3 Gabbie con nastri trasportatori sottostanti per la rimozione frequente della pollina umida verso uno stoccaggio esterno chiuso
Fattore di emissione: 0,053-0,092 kg NH_3 /posto per anno
Descrizione: questa soluzione prevede l'installazione al di sotto delle gabbie di un nastro per l'asportazione delle deiezioni. La frequenza di svuotamento avviene generalmente due volte la settimana. La parziale essiccazione cui il materiale è sottoposto sul nastro, per effetto della ventilazione del ricovero, e la frequenza di asportazione permette di ridurre le emissioni di ammoniaca già all'interno dell'edificio. Una volta asportate, le deiezioni vengono trasportate da una coclea ad una vasca coperta, dove vengono stoccate fino al momento dello spandimento.
Applicabilità: gabbie con questo tipo di rimozione delle deiezioni possono essere installate in tutti i tipi di ricovero. È necessario che la tecnica di rimozione sia associata allo stoccaggio in vasca coperta.
Benefici ambientali: una significativa riduzione delle emissioni di NH_3 avviene già nel ricovero, tuttavia il requisito dello stoccaggio in vasca coperta deve assolutamente essere rispettato per avere le riduzioni di emissione rispetto al sistema di riferimento (58-76%).
Effetti collaterali: non si segnalano particolari emissioni di odori. È richiesto, rispetto al sistema di riferimento, un impegno energetico supplementare per la movimentazione dei nastri.
E' considerata BAT sia per ricoveri esistenti che già la posseggono o intendono adottarla, sia per ricoveri di nuova realizzazione.

4.1.4 Batterie di gabbie con nastri ventilati mediante insufflazione di aria con tubi forati
Fattore di emissione: 0,026-0,092 kg NH_3 /posto per anno
Descrizione: questo sistema prevede la parziale disidratazione della pollina, ottenuta soffiando aria direttamente sui nastri di asportazione mediante tubazioni forate di distribuzione che corrono longitudinalmente sotto il piano delle gabbie. Le deiezioni vengono rimosse mediamente ogni 3-4 giorni, con tenore di umidità attorno al 50%, e devono essere stoccate su platea sotto tettoia. Normalmente il sistema viene dimensionato per insufflare una quantità di aria pari a 0,4 m^3/h per posto.
Applicabilità: il sistema può essere applicato sia nei ricoveri esistenti che in quelli nuovi. In questo secondo caso viene installato direttamente dal costruttore delle gabbie. Nel caso di un'installazione su un ricovero esistente, però, le operazioni sono molto complesse e rendono l'operazione di fatto non economicamente conveniente.

Benefici ambientali: la riduzione di ammoniaca può essere stimata nel 58-88% dell'emissione prodotta dal sistema di riferimento, in base alle condizioni ambientali, all'efficienza di manutenzione e, soprattutto, alla portata di ventilazione sui nastri.
Effetti collaterali: le operazioni di insufflazione richiedono un consumo energetico supplementare per la messa in funzione delle ventole centrifughe pari a 1,0±1,6 kWh/posto per anno.
È considerata BAT sia per ricoveri esistenti che già la posseggono o intendono adottarla, sia per ricoveri di nuova realizzazione.

4.1.5 Batterie di gabbie con nastri ventilati a mezzo di ventagli
Fattore di emissione: 0,088 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: in questo sistema la movimentazione dell'aria al di sopra dei nastri è realizzata grazie al rapido movimento alternativo di una serie di strette palette di materiale plastico. Rispetto alla tecnica con insufflazione di aria attraverso tubi forati, questa ha ingombri minori, e comporta costi energetici e di manutenzione più contenuto. Le deiezioni vengono rimosse mediamente ogni 3-4 giorni e devono essere stoccate su platea ricoperta da tettoia.
Applicabilità: il sistema può essere applicato sia nei ricoveri esistenti che in quelli nuovi. In questo secondo caso viene installato direttamente dal costruttore delle gabbie. Nel caso di una installazione su un ricovero esistente le operazioni sono piuttosto complesse e ne rendono problematica la fattibilità.
Benefici ambientali: la riduzione di ammoniaca può essere stimata nel 60% dell'emissione riprodotta dal sistema di riferimento, ma è condizionata dalle condizioni ambientali e dall'efficienza di manutenzione.
Effetti collaterali: per le operazioni di ventilazione meccanica è richiesto un consumo energetico supplementare, rispetto al sistema di riferimento, pari a 1,0±1,2 kWh/posto per anno.
La tecnica è considerata BAT sia per ricoveri esistenti che già la posseggono o che intendono adottarla, sia per ricoveri di nuova realizzazione.

4.1.6 Stoccaggio aperto aerato in locale posto sotto al piano di gabbie (fossa profonda)
Fattore di emissione: 0,154 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: il sistema prevede due piani, con il piano terra che funge da stoccaggio delle deiezioni, mentre il piano soprastante ospita le ovaiole. Un sistema di ventilazione, in pressione o depressione, climatizza i locali e disidrata le deiezioni accumulate su ripiani sottostanti ogni fila di gabbie. Ogni 2-3 giorni un sistema di raschiatori provvede a muovere le deiezioni da questi ripiani e a convogliarle nel piano terra, dove si formano cumuli longitudinali. La ventilazione del ricovero, generalmente realizzata con estrattori assiali posti sulle pareti longitudinali dell'edificio, provvede ad effettuare la disidratazione. In questo modo l'umidità della pollina, nel corso di un ciclo di allevamento, può scendere a livelli molto bassi, inferiori al 30%.
Applicabilità: questa tecnica può essere applicata solo ai ricoveri di nuova realizzazione in quanto richiede un volume di stoccaggio per la pollina relativamente elevato. Non è escluso, però, che in certi tipi di ricoveri particolarmente alti sia possibile effettuare una trasformazione in questo senso.
Benefici ambientali: la riduzione di ammoniaca può essere stimata pari al 30% dell'emissione prodotta dal sistema di riferimento, con oscillazioni in più e in meno dovute alle diverse condizioni ambientali.

Effetti collaterali: possibile sviluppo di mosche. Un impegno energetico più elevato rispetto al sistema di riferimento è richiesto dal flusso di estrazione dell'aria che deve lambire i cumuli di pollina.
Il sistema descritto è BAT in regioni geografiche come quella italiana e a clima mediterraneo. Non è tale invece nelle regioni del Centro-Nord Europa, dove le temperature medie annue sono più basse rispetto alle nostre e la disidratazione meno efficiente può mantenere il livello di emissioni più alto. Anche in queste zone tuttavia la tecnica può essere considerata BAT se vengono adottati sistemi di ventilazione supplementari e più efficienti per disidratare la pollina.

4.1.7 Batterie di gabbie verticali con nastri di asportazione ed essiccamento della pollina in tunnel posto sopra le gabbie
Fattore di emissione: 0,044 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: questa soluzione è quella che attualmente consente di ottenere le migliori prestazioni in termini di disidratazione della pollina. Consiste in tunnel di essiccazione collocati all'interno del ricovero al di sopra di ciascun castello di gabbie. I nastri di asportazione delle deiezioni sotto le gabbie fanno la loro corsa di ritorno all'interno del tunnel, mentre la pollina viene fatta salire, compressa fra un sistema di nastri e rulli, e successivamente viene ridistribuita sui nastri all'interno del tunnel in uno strato sottile. Qui viene continuamente ventilata con aria calda raggiungendo un tenore di umidità anche inferiore al 30%. L'aria per l'essiccazione viene presa all'interno del ricovero e spinta all'esterno dal ventilatore centrifugo.
Applicabilità: nei ricoveri esistenti è necessario un lavoro di adattamento del tetto per ospitare i camini di uscita del flusso d'aria di essiccazione. L'altezza dei camini può influenzare il consumo energetico.
Benefici ambientali: la riduzione dell'emissione di ammoniaca può essere stimata pari all'80-85% dei livelli prodotti dal sistema di riferimento, con oscillazioni legate alle condizioni ambientali.
Effetti collaterali: il sistema richiede una quantità di energia superiore alla tecnica di riferimento per il fatto che il volume di ventilazione deve vincere una serie di resistenze al passaggio attraverso la pollina. Si stimano extra-costi energetici pari a 20-25 Wh/posto per anno rispetto alla tecnica di riferimento. Questa tecnica inoltre necessita di uno stoccaggio esterno per la pollina essiccata.
La tecnica è considerata BAT sia per ricoveri esistenti che già la posseggono o che intendono adottarla, sia per ricoveri di nuova realizzazione.

4.2 Galline ovaiole a terra

4.2.1 Sistema a terra con lettiera profonda e fessurato su fossa di raccolta della pollina tal quale (sistema di riferimento)
Fattore di emissione: 0,315 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: il ricovero è una classica costruzione chiusa con pavimento in calcestruzzo. È termicamente isolato, con ventilazione forzata o naturale, con o senza finestre per la luce esterna. Gli animali sono in grandi gruppi, da 2.000 a 10.000 capi. In accordo con gli EU Eggs Marketing Standards, almeno un terzo della superficie è ricoperto da lettiera di paglia trinciata o truciolo e due terzi hanno pavimento fessurato su fossa di stoccaggio delle deiezioni tal quali. La pavimentazione fessurata è realizzata

con listelli di legno o di materiale plastico. I posatoi, la zona di alimentazione e la zona di abbeverata sono situati sulla parte fessurata per lasciare la lettiera asciutta e a disposizione per il razzolamento. La pollina viene raccolta in una fossa situata al di sotto del fessurato, la quale può essere ricavata sotto un pavimento rialzato o può essere interrata. In generale, il sistema di ventilazione è realizzato in modo tale che almeno un terzo dell'aria esausta provenga dalla fossa di stoccaggio.
Applicabilità: facilmente applicabile nei ricoveri nuovi. La ristrutturazione di ricoveri a gabbie con questo sistema è molto complicata e prevede una revisione completa della gestione degli animali e del sistema di ventilazione. Non essendo classificato come BAT, questo sistema non ha comunque possibilità di ulteriore sviluppo.
Benefici ambientali: è un sistema molto emissivo per cui viene considerato come sistema di riferimento.
Effetti collaterali: in seguito all'elevata disidratazione che la lettiera raggiunge, è possibile un'elevata formazione di polveri. Inoltre, il consumo di mangime per unità prodotta è maggiore rispetto ai sistemi in gabbia a causa dell'elevata mobilità che gli animali possono avere, mentre la grande dimensione dei gruppi può incentivare fenomeni comportamentali aggressivi (cannibalismo e becchettamento). Occasionalmente, la deposizione delle uova può avvenire sulla zona a lettiera e non nel nido con perdita di valore aggiunto e/o sporcamento del prodotto. Anche lo sviluppo e la diffusione di parassiti intestinali possono essere un rischio.
La tecnica non può essere considerata BAT né per i nuovi ricoveri, né per quelli esistenti che l'hanno già in adozione.

4.2.2 Sistema a terra con lettiera profonda e aerazione forzata della pollina nella fossa sotto il fessurato
Fattore di emissione: 0,125 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: sistema strutturato come quello descritto nel precedente paragrafo, ma con riduzione delle emissioni ammoniacali grazie all'uso di un sistema di ventilazione forzata della pollina nella fossa. La ventilazione è applicata per mezzo di tubi che insufflano 1,2 m^3 di aria/h per posto alla temperatura del ricovero sopra la pollina stoccata, sotto il fessurato o sulla pollina rimossa attraverso nastri trasportatori. Questo sistema richiede una profondità della fossa di circa 150 cm.
Applicabilità: il sistema è applicabile solo nei ricoveri dove è presente un sufficiente spazio sottostante il fessurato. Per ricoveri che già usano il sistema a terra descritto nel paragrafo 4.2.1, adottare questo tipo di sistema richiede pochi cambiamenti rispetto allo schema tradizionale. L'aspetto più cruciale riguarda la profondità della fossa che, come già detto, deve essere di almeno 150 cm.
Benefici ambientali: c'è da aspettarsi un maggior abbattimento degli odori rispetto al sistema di riferimento. Per quanto concerne invece le emissioni di ammoniaca sono state stimate riduzioni del 60% circa.
Effetti collaterali: è richiesto un elevato utilizzo di energia per insufflare l'aria sulla pollina.
È classificata come BAT sia nelle nuove realizzazioni che nei ricoveri esistenti che già l'adottano o intendono adottarla.

4.2.3 Sistema a terra con lettiera profonda e pavimento perforato per l'aerazione forzata della pollina nella fossa sotto al fessurato
Fattore di emissione: 0,110 kg NH_3/posto per anno

Descrizione: Il ricovero è dello stesso tipo descritto in 4.2.1, con un rapporto tra lettiera e fessurato di circa 30:70. Posatoi, nidi, abbeveratoi e mangiatoie sono posizionati sulla parte fessurata. La pollina che cade al di sotto viene raccolta sopra un pavimento perforato, realizzato ad un'altezza di 10 cm circa dal fondo della fossa, che consente all'aria insufflata dal di sotto di ventilare e disidratare la pollina. Il carico massimo di questo pavimento perforato è di 400 kg/m^2. All'inizio del ciclo di allevamento, il pavimento perforato deve essere ricoperto con uno strato di 4 cm di paglia per migliorare ed omogeneizzare la diffusione dell'aria. I ventilatori per disidratare la pollina sono dimensionati per garantire una portata di circa 7 m^3/h per posto, con una perdita di carico di 9-10 mm di H_2O. La pollina può rimanere nella fossa fino ad un anno.
Applicabilità: questa tecnica può essere facilmente adottata nei ricoveri nuovi, ma con costi aggiuntivi può essere installata anche in ricoveri già esistenti del tipo descritto in 4.2.1.
Benefici ambientali: con una buona gestione è possibile ottenere una riduzione delle emissioni di ammoniaca del 65%.
Effetti collaterali: il sistema richiede un elevato consumo di energia elettrica per la ventilazione della pollina.
È da considerare BAT sia nelle nuove realizzazioni sia nei ricoveri esistenti che già l'adottano o che intendono adottarla.

4.2.4 Sistemi ad aviario
Fattore di emissione: 0,090 kg NH_3/posto per anno
Descrizione: il ricovero, generalmente ben coibentato, è gestito con sistemi di ventilazione e programmi di illuminazione artificiale. Possono essere presenti un recinto ed un'area di razzolamento esterni. Le ovaiole sono gestite in grandi gruppi, liberi di muoversi per l'intero ricovero. Lo spazio è suddiviso in differenti aree funzionali (alimentazione e abbeverata, riposo, area di razzolamento, area di deposizione).
Nello schema progettuale più comune, le ovaiole hanno a disposizione sia lo spazio a terra ricoperto da lettiera sia le strutture a castello a più piani sulle quali sono installati posatoi, mangiatoie e abbeveratoi. Questa dislocazione degli spazi permette densità di animali per spazio coperto molto più alte che nei sistemi a lettiera profonda descritti precedentemente.
La pollina viene rimossa da nastri trasportatori posti sotto i pavimenti dei vari livelli delle strutture a castello. La lettiera è distribuita uniformemente su tutto il pavimento pieno. Cibo ed acqua sono somministrati con sistemi automatici. La raccolta delle uova può essere manuale o automatica. La densità massima deve essere di 9 capi/m^2. Il 90% della pollina è rimosso dai nastri trasportatori una volta a settimana, l'altro 10%, mescolato alla lettiera, è asportato a fine ciclo.
Applicabilità: il sistema è facilmente applicabile sia ai ricoveri esistenti che a quelli nuovi.
Benefici ambientali: i dati sulle emissioni di ammoniaca sono riportati solo dall'Olanda e parlano di un abbattimento del 71% delle emissioni rispetto al sistema di riferimento.
Effetti collaterali: rispetto al sistema di allevamento in gabbia si verifica una maggiore concentrazione di polveri che possono essere dannose per la salute degli operatori e degli animali. È richiesta un'energia compresa tra i 2,70 e i 3,70 kWh/posto per anno, nel caso sia presente un sistema di nastri trasportatori. Essendo molto frequente il

contatto delle ovaiole con le deiezioni si possono riscontrare fenomeni di sviluppo di parassiti intestinali e una grande quantità di uova sporche. La luce naturale può creare aggressività e cannibalismo in alcuni animali. Il controllo degli animali è più difficoltoso e i controlli medici tendono a essere più costosi. Il consumo di mangime è superiore rispetto ai sistemi in gabbia a causa del maggiore movimento degli animali.
Viene considerata BAT sia che abbia o non abbia un'area di razzolamento esterna. La valutazione positiva è stata data nonostante il gruppo di lavoro tecnico che ha predisposto il BREF abbia riconosciuto che questo sistema genera elevate emissioni di polveri.

4.3 Avicoli da carne a terra

Nel BREF sono considerate BAT le seguenti tecniche:

- 4.3.1 ricoveri con ventilazione naturale e con pavimenti interamente ricoperti da lettiera e abbeveratoi antispreco per ridurre i consumi eccessivi di acqua, causa di bagnamenti della lettiera stessa in tutta l'area adiacente e di conseguenti fermentazioni putride, fonte a loro volta di incremento delle emissioni;
- 4.3.2 ricoveri con ottimizzazione dell'isolamento termico e della ventilazione (anche artificiale), con lettiera integrale sui pavimenti e abbeveratoi antispreco come descritti sopra.

5. BAT per i trattamenti aziendali degli effluenti

I trattamenti analizzati in questo capitolo sono solamente quelli che vengono applicati in vista dell'uso agronomico degli effluenti. Essi vengono applicati per le seguenti ragioni:

- recuperare energia dalla biomassa;
- ridurre le emissioni di odori che si sprigionano durante lo stoccaggio e/o lo spandimento. Ciò può essere ottenuto con processi aerobici o anaerobici;
- ridurre il contenuto di azoto per diminuire il carico di questo nutriente in aree con eccedenze. Diverse sono le tecniche in grado di ottenere questo risultato; per i liquami suinicoli quella che viene solitamente proposta è l'ossidazione biologica (nitrificazione) seguita da riduzione ad azoto elementare (denitrificazione);
- ricavare frazioni trasportabili facilmente e in modo sicuro in aree poste anche a grande distanza dall'azienda.

La valutazione di queste tecniche ai fini dell'AIA si basa soprattutto sul beneficio ambientale, esprimibile come riduzione delle emissioni di azoto e fosforo nell'ambiente, sui vantaggi per l'azienda come la possibilità di recuperare energia (biogas o calore da combustione), sulla diminuzione dei costi, sulla facilità di applicazione.
Va tenuto presente tuttavia che la promozione di una tecnica di trattamento a BAT va vista con molta cautela, perché le condizioni necessarie per la loro efficacia potrebbero anche non sussistere localmente (ad esempio, disponibilità di terreno per le diverse frazioni separate, regolamenti locali sulle emissioni di odori, ecc.). E così tecniche non riportate come BAT negli esempi che seguono potrebbero invece essere considerate BAT se, da sole o in combinazione con altre, dimostrano di conseguire significativi benefici ambientali, con consumi energetici accettabili e a costi sostenibili.

5.1 Separazione meccanica del liquame suino

Nel BREF vengono considerati come validi diversi dispositivi di separazione meccanica. Tra questi viene considerata anche la filtrazione del liquame attraverso strati di paglia. Prove eseguite anche nel nostro Paese mostrano tuttavia che questa tecnica comporta forti emissioni di azoto, che raggiungono fino al 45% dell'azoto contenuto nel liquame; per questo, a differenza delle altre basate su dispositivi come vagli, centrifughe, presse o sedimentatori, non è candidabile a BAT.

Condizioni riportate nel BREF perché la separazione meccanica del liquame suinicolo sia considerata BAT è che il processo avvenga utilizzando un sistema chiuso (ad esempio centrifuga o presse elicoidali), che minimizzi le perdite di ammoniaca in atmosfera e che ci sia un reale beneficio agronomico (ad esempio la necessità di evitare imbrattamenti fogliare nei prati permanenti o di spostare a grande distanza le frazioni solide in modo da ridurre a livelli accettabili costi che, trasportando invece il liquame tal quale, risultino troppo elevati).

5.2 Aerazione del liquame suino tal quale o della frazione chiarificata

Un'aerazione intermittente (15 minuti/ora) in combinazione con una riduzione del BOD_5 del 50% può portare ad una buona stabilizzazione del liquame senza che ci sia una significativa produzione di fanghi. Anche la riduzione del contenuto di azoto dei liquami è significativa potendo arrivare anche al 40% del tenore iniziale, considerando anche la fase di stoccaggio successiva.

Condizioni riportate nel BREF perché questa tecnica sia considerata BAT sono che il trattamento di aerazione sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, e che le perdite di azoto in forma ammoniacale o di N_2O siano minimizzate.

5.3 Trattamento biologico di frazioni chiarificate di liquame suino

Questo tipo di trattamento è considerato all'interno delle tecniche per l'allevamento intensivo e quindi soggette ad AIA quando sia la frazione solida separata, sia la frazione sottoposta a trattamento di ossidazione biologica sono destinate all'utilizzo agronomico.

Il trattamento consiste nella insufflazione di aria o di ossigeno puro nella massa del liquame, in misura tale da ottenere condizioni di O_2 disciolto (maggiori anche di 2 mg/l) che portino ad una degradazione spinta della sostanza organica. L'insufflazione può avvenire anche con continuità nelle 24 ore.

Prendendo come riferimento il parametro BOD_5, l'abbattimento può superare il 90%. In speciali parti dell'impianto o in particolari fasi del processo, l'azoto ossidato ad azoto nitrico viene denitrificato con liberazione in atmosfera di azoto elementare e/o di N_2O.

Il processo determina la formazione di aggregati gelatinosi della grandezza di qualche mm, il cosiddetto fango attivo. La formazione del fango può essere ingente, per cui è necessario rimuoverlo in speciali comparti dell'impianto (sedimentatori, inspessitori, disidratatori, ecc.) che vanno a costituire la linea fanghi dell'impianto di trattamento.

Questa tecnica non è tra quelle riportate come esemplificazione nel BREF e pertanto non vengono descritte le condizioni richieste perché sia considerata BAT. Tuttavia, dato che la finalità del trattamento è sostanzialmente la stessa dell'aerazione, con la

differenza che i livelli di stabilizzazione e di riduzione dell'azoto sono molto più spinti, si ritiene che le condizioni perché questa tecnica sia considerata BAT siano le medesime, e cioè che il trattamento di aerazione sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, che le perdite di azoto in forma ammoniacale o di N_2O siano minimizzate, che i consumi energetici siano accettabili e i costi sostenibili.

5.4 Compostaggio di frazioni palabili di effluenti suini o avicoli

Un trattamento di questo tipo potrebbe essere applicato a polline disidratate di avicoli in gabbia, a lettiere di avicoli a terra, a frazioni solide separate di liquami suinicoli o a frazioni di per sé non palabili ma che vengono rese tali attraverso l'addizione di paglia o di altri materiali addensanti. Le condizioni aerobiche del compostaggio portano a perdite di azoto in forma ammoniacale che vanno dal 10 al 55%.
Affinchè questa tecnica sia considerata BAT occorre che il trattamento di aerazione sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, e che l'ammoniaca persa per volatilizzazione sia catturata effettuando il processo in locali chiusi e convogliando l'aria ricca di ammoniaca verso sistemi di lavaggio e cattura (scrubbers) o verso biofiltri. Naturalmente anche i consumi energetici e i costi devono essere sostenibili.

5.5 Trattamenti anaerobici con recupero di biogas

Tra i benefici arrecati da questa tecnica è giusto ricordare la riduzione della carica patogena del liquame, il controllo delle emissioni di odori sgradevoli e di gas serra, oltre al ben noto beneficio dovuto al recupero energetico.
Condizioni riportate nel BREF perché questa tecnica sia considerata BAT sono che il trattamento anaerobico sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, che ci sia un mercato per l'*energia verde* e che, nel caso di co-digestione con altri sottoprodotti organici e di successivo spandimento agronomico del digerito, l'operazione sia consentita dalle regolamentazioni locali.

5.6 Evaporazione e disidratazione di liquame suino

Attraverso uno scambiatore di calore il liquame viene portato a 100°C e tenuto a questa temperatura per circa 4 ore, durante le quali avviene un processo di degasazione. Le schiume che si formano vengono degradate, mentre i gas vengono recuperati (VITO, 1998). Al passaggio successivo il liquame è avviato alla macchina essiccatrice e compresso a 1,4 bar, mentre il vapore che si forma viene anch'esso messo sotto pressione in modo da portarlo a 110°C. Questo vapore caldo viene usato per riscaldare, nello scambiatore di calore, il liquame in ingresso.
Questa tecnica è riportata nel BREF come idonea per l'essiccazione del liquame con bassi impegni energetici e contenute emissioni in aria e in acqua. Il numero ridottissimo di realizzazioni nel mondo e la sua complessità tecnologica portano tuttavia a ritenere che si tratti di un sistema non proponibile per singole aziende, ma al massimo per impianti extra-aziendali e che sia quindi fuori dall'ambito IPPC per la categoria 6.6.

5.7 Disidratazione di pollina di ovaiole in gabbia in tunnel esterni ai ricoveri
Questa tecnica non è riportata nel BRef, benché abbia trovato discreta applicazione in allevamenti avicoli di vari Paesi europei tra i quali il nostro. Il processo di disidratazione consiste nel far passare la pollina estratta dai ricoveri su nastri a più piani all'interno di tunnel in cui viene fatta passare l'aria esausta estratta sempre dai ricoveri.
In analogia con le altre tecniche, le condizioni perché questa tecnica sia considerata BAT sono che il trattamento di ventilazione sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, e che il processo di disidratazione si svolga in tempi molto rapidi in modo da bloccare la trasformazione dell'acido urico in ammoniaca e quindi l'emissione di quest'ultima in atmosfera.

5.8 Incenerimento di lettiere di avicoli a terra
Il sistema prevede che la lettiera dei broilers venga automaticamente caricata in una prima camera di combustione alla temperatura di 400°C. Da questa camera la miscela di gas e ceneri entra in una seconda camera di combustione, dove viene rapidamente riscaldata fino ad una temperatura di 1.000-1.200°C in condizioni controllate di insufflazione di ossigeno. Come risultato di questa combustione ad alte temperature gli odori vengono del tutto eliminati. I gas ad alta temperatura che lasciano la seconda camera passano attraverso uno scambiatore di calore, nel quale una corrente di acqua viene portata alla temperatura di circa 70°C (VITO, 1998).
I benefici ricavabili dall'applicazione di questa tecnica sono, secondo quanto riportato nel BREF, la produzione di acqua calda per riscaldare il ricovero nella prima fase di crescita dei broilers e di una cenere ricca di fosforo che può essere usata come fertilizzante.
Il numero ridottissimo di realizzazioni nel mondo e la sua complessità tecnologica portano però a ritenere che si tratti di un sistema non proponibile per singole aziende, ma al massimo per impianti extra-aziendali e che sia quindi fuori dall'ambito IPPC per la categoria 6.6.

5.9 Impiego di additivi
Sotto il nome generico di additivi è compreso un gruppo di prodotti costituiti da diversi composti che interagiscono con gli effluenti zootecnici cambiandone caratteristiche e proprietà, ottenendo i seguenti benefici:

- riduzione delle emissioni di parecchi composti gassosi (NH_3 e H_2S);
- controllo degli odori sgradevoli;
- fluidificazione degli effluenti;
- incremento del valore fertilizzante;
- riduzione dei micro-organismi patogeni.

I prodotti commerciali presenti sul mercato sono numerosi, ma la loro efficacia non sempre è stata dimostrata per la mancanza di tecniche standard per testare e analizzare i risultati. Un altro problema sorge dal fatto che le numerose prove effettuate sono state eseguite in condizioni sperimentali di laboratorio e non in situazioni aziendali dove si possono verificare grandi variazioni nella gestione dell'allevamento e, in particolare, degli effluenti (IGER, 2002).
Le incertezze segnalate rendono difficile anche solo stabilire quali siano le condizioni affinchè l'uso degli additivi sia da considerare BAT. La conclusione del gruppo di

lavoro che ha prodotto il BRef comunitario è stata quella di valutare l'uso degli additivi come tecnica emergente e di rinviare all'aggiornamento del BREF ogni decisione in merito.

6. BAT per la riduzione delle emissioni dagli stoccaggi

Il documento BREF non entra nel merito delle regolamentazioni regionali, limitandosi ad un'affermazione che è relativa a tutte le forme di stoccaggio e a tutti i tipi di materiali, palabili e non, tuttavia molto importante ai fini del rilascio dell'AIA: è BAT, per gli stoccaggi esistenti e per quelli di nuova realizzazione, rispettare tutte le disposizioni locali su sicurezza, distanze, capacità, ai fini della tutela dei corpi idrici e del suolo.
Per quanto riguarda le emissioni in atmosfera, non ci sono nelle regolamentazioni regionali specifiche disposizioni, se non in qualche caso l'obbligo di copertura degli stoccaggi quando realizzati a distanze dalle abitazioni inferiori a quelle consentite. Il BREF detta invece, a proposito di questo tipo di emissioni, un'indicazione di carattere generale che riguarda la copertura e che tiene conto dei risultati della ricerca, per altro non univoci e non definitivi essendo gli studi tuttora in corso.
Una distinzione importante viene fatta tra stoccaggi per i materiali palabili (letami e materiali solidi ad essi assimilati) e stoccaggi per i materiali non palabili (liquami e materiali liquidi ad essi assimilati).

6.1 Stoccaggio di materiali palabili

Rientrano in questa categoria i letami da stabulazione di suini su lettiera, le frazioni solide risultanti dalla separazione meccanica dei liquami suinicoli, le polline di ovaiole sottoposte a processi di disidratazione nei ricoveri o fuori da essi, le lettiere di avicoli allevati a terra.
Per questi materiali il BREF afferma che è BAT:

- 6.1.1 lo stoccaggio su piattaforme di cemento, con un sistema di raccolta e un pozzo nero per lo stoccaggio del percolato, quando si tratti di materiali palabili di provenienza suinicola;
- 6.1.2 lo stoccaggio in ricoveri coperti, con un pavimento impermeabilizzato e adeguata ventilazione, quando si tratti di polline essiccate di avicoli;
- 6.1.3 per accumuli temporanei in campo, il posizionamento del cumulo lontano da recettori come corsi d'acqua in cui il percolato potrebbe entrare e da abitazioni civili. Nel decreto interministeriale in fase di predisposizione ai sensi dell'art. 38 del DLgsl 152/99 si afferma inoltre che gli accumuli devono essere di forma e dimensioni tali da garantire una buona aerazione della massa e, al fine di non generare liquidi di sgrondo, devono essere adottate le misure necessarie per effettuare il drenaggio completo del percolato prima del trasferimento in campo ed evitare infiltrazioni di acque meteoriche. Il terreno sul quale il cumulo verrà realizzato dovrà mostrare comunque buone condizioni di impermeabilità naturale.

La separazione viene generalmente effettuata per via meccanica con diverse tipologie di apparecchiature (ad es. vagli o centrifughe) che differiscono tra loro sia per i costi di investimento che per le efficienze operative conseguibili. Per quanto riguarda l'efficienza di separazione i valori conseguibili vanno dal 35% (vaglio meccanico) all'85% (centrifuga) in termini di Solidi Sospesi Totali.

Anche in questo caso possono essere considerate valide le condizioni riportate nel BRef, nel caso di utilizzo per effluenti destinati al riutilizzo agronomico, perché la separazione meccanica del liquame suinicolo sia considerata BAT. Ad esempio dal punto di vista delle emissioni in atmosfera sono favorite le tecnologie in sistema chiuso (ad esempio centrifuga o presse elicoidali), che minimizzano le emissioni di ammoniaca.

Equalizzazione (ed eventuale pre-aerazione)

Negli impianti di trattamento dei reflui zootecnici nei quali sia prevista una sensibile variabilità della portata e/o della concentrazione degli inquinanti, l'utilizzo di una sezione di equalizzazione fornisce la possibilità di smorzare tali fluttuazioni consentendo un migliore dimensionamento e funzionamento delle successive operazioni.

La realizzazione di una sezione aggiuntiva può quindi essere giustificata sia dal punto di vista ambientale, in quanto un funzionamento pressoché stabile dei trattamenti successivi riduce l'occorrenza di fuori servizio con fluttuazioni nelle caratteristiche del refluo trattato, che dal punto di vista economico grazie ad una riduzione dei costi di investimento (per la riduzione della dimensione delle apparecchiature successive) ed operativi (per la riduzione dei consumi energetici e di prodotti chimici).

La presenza di una fase di pre-aerazione da realizzare nella sezione di equalizzazione può essere vantaggiosa, traducendosi in una parziale ossidazione del liquame con riduzione del carico organico alla successiva sezione di trattamento biologico. Tale operazione, se realizzata in condizioni controllate con limitati valori di potenza dispersa specifica, comporta una produzione di fanghi ridotta con emissioni in atmosfera anch'esse ridotte.

Anche in questo caso possono essere considerate valide le condizioni riportate nel BREF, nel caso di utilizzo per effluenti destinati al riutilizzo agronomico, perché questa tecnica sia considerata BAT. Come accennato, il trattamento di aerazione dovrà essere ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, e le emissioni di azoto in forma ammoniacale o di N_2O andranno minimizzate.

Sedimentazione primaria

I vantaggi conseguibili nel trattamento di sedimentazione primaria sono analoghi a quanto visto nel trattamento di separazione solido liquido. In particolare è possibile ridurre il dimensionamento del successivo biologico, quando presente, per la riduzione del carico inquinante in arrivo.

7. BAT per la riduzione delle emissioni dallo spandimento agronomico

In questo capitolo vengono illustrate solamente le tecniche di applicazione degli effluenti che nel BREF vengono considerate BAT.
Sotto il profilo del beneficio ambientale queste tecniche vengono considerate solo per la loro capacità di ridurre le emissioni in atmosfera, in particolare di NH_3, anche se viene riconosciuta loro efficacia comparabile nella riduzione delle emissioni di odori.
Per valutare tale capacità viene fatto il confronto con una tecnica di riferimento che, anche in questo caso, è quella più diffusa e che ha elevato livello di emissività. Questa è stata individuata nello spargimento superficiale con erogatori in pressione (piatto deviatore, ugelli oscillanti, piatti deviatori oscillanti) non seguita da interramento in tempi ravvicinati.
Ciascun sistema descritto ha le proprie limitazioni e non è applicabile in tutte le circostanze e/o su tutti i tipi di suolo. Le tecniche che iniettano il liquame nel terreno hanno le performance più elevate nel ridurre le emissioni, ciò non toglie tuttavia che uno spargimento superficiale con dispositivo a bassa pressione ed erogatore a gocce molto grandi onde evitare la formazione di aerosol, seguito da incorporazione nel suolo dopo breve tempo, possa ottenere gli stessi risultati.

7.1 BAT per lo spargimento di effluenti non palabili (liquami e materiali assimilati)

Le tecniche che sono considerate BAT sono descritte nella tabella seguente.
Occorrono tuttavia alcune precisazioni perché su alcune di queste e sull'esclusione di una di esse non c'è stata unanimità di giudizio in ambito del gruppo di lavoro comunitario. Nei paragrafi che seguono le tecniche vengono descritte e brevemente commentate.

Tipo di uso del suolo	**Tecnica**	**Riduzione emissioni di NH3**	**Tipo di effluente**	**Applicabilità**	**BAT SI/NO**
prato, arativi con colture in atto, arativi/liberi da colture	spargimento superficiale in pressione con piatto deviatore o cannone irrigatore	0	liquame	pendenza <15% per carribotte;<25% per sistemi ombelicali	NO
prato, arativi con colture in atto, arativi liberi da colture	spargimento superficiale a bassa pressione e traiettoria corta; interramento entro 6 ore su arativi liberi da colture	<30%	liquame	pendenza <15% per carribotte;<25% per sistemi ombelicali	nessuna decisione è stata presa dal TWG
prati permanenti e arativi con colture alte meno di 30 cm	spargimento a raso in strisce (bandspreading)	30% può esser di meno se applicato a prati con erba alta >30 cm	liquame	pendenza <15% per carribotte;<25% per sistemi ombelicali; non per liquami molto viscosi o con paglia; forma e dimensioni dell'appezzamento hanno influenza	SI
prati permanenti	spargimento con scarificazione (trailing shoe)	40%	liquame	pendenza <25% per carribotte;<30% per sistemi ombelicali; non per liquami molto viscosi o con paglia; forma e dimensioni dell'appezzamento hanno influenza; erba alta meno di 8 cm	SI
prati permanenti	iniezione poco profonda (solco aperto)	60%	liquame	pendenza <12%; limitazioni notevoli per il tipo e le condizioni del suolo; non con liquami viscosi	SI
soprattutto prati permanenti, arativi	iniezione profonda (solco chiuso)	80%	liquame	pendenza <12%; limitazioni notevoli per il tipo e le condizioni del suolo; non con liquami viscosi	SI
arativi	spargimento a raso in strisce (bandspreading) con incorporazione entro 4 ore (oppure senza incorporazione)	80%	liquame	l'incorporazione è applicabile solo per terreni che possono essere facilmente coltivati	SI con incorporazione in terreni che possono essere facilmente coltivati; SI senza incorporazione in altre situazioni (SI anche senza incorporazione in tutti i casi per due Stati membri)
arativi	incorporazione il più presto possibile, ma almeno entro 12 ore (24 ore)	entro 4 ore:80%; entro 12 ore: 60 70%; entro 24 ore:50%	letame suino; frazioni solide; pollina disidratata; lettiera di avicoli a terra	solo per terreni che possono essere facilmente coltivati	SI per incorporazione entro le 12 ore (SI per incorporazione entro 24 ore per due Stati membri)

7.1.1 Spandimento superficiale di liquame

Questo sistema comporta generalmente l'impiego di un serbatoio trainato da un trattore e l'espulsione del liquame in pressione da ugelli, spesso su di un piatto variamente inclinato per ottenere una maggiore ampiezza di ventaglio (piatto deviatore). Lo spargimento può avvenire anche da un cannone irrigatore per ottenere lunghe gittate, montato sul serbatoio stesso, oppure su bobine con tubazione avvolgibile utilizzabili anche per l'irrigazione. La superficie investita dallo spargimento può essere quindi molto ampia, ma l'inconveniente principale è la formazione di aerosol che possono essere trasportati anche a grande distanza. I dispositivi per l'erogazione possono essere montati direttamente sulla trattrice che si collega, tramite una tubazione flessibile e trascinabile attraverso il campo, a grandi serbatoi posti a piè di campo o direttamente allo stoccaggio (sistemi ombelicali).

I membri del gruppo di lavoro comunitario hanno concordato sul fatto che questa tecnica non è da considerare BAT. Tuttavia quattro Stati membri (tra cui l'Italia) hanno proposto che questa tecnica sia considerata BAT, quando lo spargimento è effettuato con traiettoria ridotta al minimo e con pressione di erogazione molto bassa in modo da favorire la formazione di gocce molto grandi (ed evitare così la formazione dei temuti aerosol). Tale modalità operativa dovrebbe poi essere seguita da incorporazione del liquame nel suolo, da effettuare il più presto possibile e comunque non oltre le 6 ore nei terreni arativi, oppure essere eseguita su seminativi dopo l'emergenza. Su questa proposta non è stato possibile raggiungere un consenso generale per cui non è stata presa alcuna decisione finale in merito allo spandimento superficiale.

7.1.2 Spandimento superficiale di liquame con tecnica a raso (spandimento per bande)

Con questa tecnica il liquame viene scaricato a livello del suolo in strisce o bande attraverso una serie di tubi flessibili montati su di una barra. Per ottenere omogeneità di distribuzione ad ogni tubo arriva la stessa quantità di liquame, grazie ad un ripartitore rotante montato sul retro del serbatoio. La fascia di distribuzione può arrivare ad una larghezza anche di 12 m con una distanza di 30 cm tra le singole strisce. Benefici ambientali e applicabilità sono riportati nella tabella del paragrafo 7.1 di questo capitolo.

Essa è considerata BAT quando è applicata su prati permanenti o su arativi con altezza delle colture inferiore a 30 cm. Su terreni arativi nudi (stoppie) è considerata BAT quando è seguita da incorporazione del liquame nel suolo attraverso l'aratura, o altri tipi di lavorazione, entro 4 ore dallo spargimento. Due Stati membri (tra cui l'Italia) hanno tuttavia espresso un punto di vista diverso, messo a verbale nel BREF come "split view", secondo il quale lo spandimento con tecnica a raso su terreni arativi nudi è di per se stesso da considerare BAT, anche senza l'incorporazione. La tecnica ha infatti una potenzialità di riduzione delle emissioni del 30-40%, quindi già significativa. Inoltre l'attività aggiuntiva per effettuare l'incorporazione è difficile da organizzare e la riduzione ulteriore delle emissioni che si ottiene non compensa gli extra-costi che si devono sostenere.

7.1.3 Spandimento superficiale di liquame con leggera scarificazione del suolo al di sotto della copertura erbosa (trailing shoe)

Questa tecnica è applicabile alle colture erbacee con altezza minima dello stelo di 8 cm. Steli e guaine della pianta erbacea vengono scostati dal dispositivo foggiato a scarpetta e il liquame viene depositato sulla superficie del suolo in strisce distanti 20-30 cm. Le piantine dopo il passaggio ritornano nella loro posizione normale costituendo una specie di cappa sulle strisciate di liquame, limitando così le emissioni. Efficacia di riduzione e applicabilità sono riportati nella tabella del paragrafo 7.1 di questo capitolo.

Essa è considerata BAT, quando sono rispetti i limiti di applicabilità indicati in tabella medesima.

7.1.4 Spandimento con iniezione poco profonda nel suolo (shallow injection - open slot)

La profondità di iniezione dei dispositivi utilizzati può essere di soli 5 cm, ma può arrivare anche a 15 cm e oltre. La caratteristica di questa tecnica è che il solco non viene chiuso dopo essere stato aperto verticalmente da dischi o da coltelli dietro i quali è installato il tubo erogatore. Lo spazio tra i solchi è tipicamente di 20-40 cm e la larghezza di lavoro non va oltre i 6 m. La quantità di liquame da erogare non deve superare la capacità di riempimento del solco, onde evitare fuoriuscite e spargimenti superficiali. La tecnica è impiegabile su colture prative.

Essa è considerata BAT, quando sono rispetti i limiti di applicabilità indicati nella tabella del paragrafo 7.1 di questo capitolo.

7.1.5 Spandimento con iniezione profonda nel suolo (deep injection - closed slot)

La profondità di iniezione dei dispositivi utilizzati può essere di soli 5-10 cm, ma può arrivare anche a 15-20 cm. La caratteristica di questa tecnica è che il solco viene chiuso da dischi o rulli costipatori montati dietro l'iniettore. L'efficienza di riduzione delle emissioni, riportata assieme all'applicabilità in tabella 8.1, è più elevata di quella ottenibile con l'iniezione a solco aperto, a parità di profondità di iniezione. Gli organi di iniezione sono generalmente costituiti da denti con ali laterali a zampa d'anatra per favorire la dispersione laterale sottosuperficiale. Ciò consente di elevare la quantità di liquame che si può distribuire. Lo spazio tra i denti è generalmente di 25-50 cm, mentre la larghezza di lavoro può arrivare a 2-3 m. Nel nostro Paese sono relativamente diffusi i dispositivi rigidi ad ancora che arrivano anche a profondità di iniezione di 30 cm, e che eseguono nel contempo pure parziali lavorazioni del terreno. Altri dispositivi sono costituiti da coltivatori a denti elastici o rigidi su più ordini, ognuno dotato di tubo adduttore per l'applicazione sottosuperficiale del liquame (Di.Re.Zoo, 2000).

Essa è considerata BAT, quando sono rispettati i limiti di applicabilità indicati nella tabella del paragrafo 7.1 di questo capitolo.

7.2 BAT per lo spandimento di effluenti palabili (letami e materiali assimilati)

Nell'ambito dell'attività del gruppo di lavoro che ha prodotto il BRef comunitario non sono state proposte tecniche per lo spandimento dei letami suini, delle frazioni solide separate, delle polline disidratate, delle lettiere di avicoli a terra. Si è riconosciuto che per lo spargimento dei materiali palabili non è la tecnica scelta il fattore che aiuta a ridurre le emissioni, ma l'intervallo di tempo che intercorre tra spargimento e incorporazione.

Lo spandimento dei solidi è considerato BAT quando l'incorporazione attraverso l'aratura avviene entro le 12 ore. Tuttavia due Stati membri, tra cui l'Italia, hanno espresso un punto di vista diverso, messo a verbale, secondo il quale anche l'incorporazione entro le 24 ore dei materiali solidi è da considerare BAT. La tecnica ha infatti una potenzialità di riduzione delle emissioni del 50%, quindi molto significativa e l'ulteriore riduzione che può essere raggiunta con un'incorporazione più precoce non compensa gli extra-costi che comporta la logistica organizzativa più complessa che viene richiesta.

Nel caso di materiali palabili sottoposti a processi di essiccazione o di compostaggio/stabilizzazione tali da elevare il tenore di sostanza secca a livelli non compatibili con lo sviluppo di insetti e di emissione gassose in tutte le condizioni, l'incorporazione può essere protratta ed eseguita in accordo con il Codice di Buona Pratica Agricola.

F. APPROFONDIMENTO, OVE NECESSARIO, DELLE TECNICHE ANALIZZATE NEI BREF COMUNITARI E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONE DELLE DIVERSE TECNICHE

Tra le tecniche indicate nel BREF, ma non considerate nella lista italiana perché, a parere del GTR, non applicabili nel nostro Paese figurano:

- quella indicata nel BREF come "Manure surface cooling fins". Si tratta di pannelli di plastica nei quali viene fatta circolare acqua di pozzo a temperatura intorno ai 12-14°C, sufficiente ad abbassare la temperatura dei liquami e a ridurne pertanto le emissioni di ammoniaca anche del 70% rispetto al sistema di riferimento. L'acqua di ricircolo deve essere poi reimmessa nella falda freatica, dalla quale è stata prelevata, a temperatura di qualche grado superiore. Tale operazione di reimmissione non è consentita nel nostro Paese e per questa ragione la tecnica descritta non è stata considerata proponibile e non è stata inserita in nessuna delle tabelle che descrivono le tecniche per le diverse categorie di suini;
- per la categoria accrescimento/ingrasso le tecniche indicate nel BREF come "PSF triangular slats and box" in quanto mai sperimentata in Italia, e la tecnica "SCF full litter/open front", in quanto ricerche effettuate dal CRPA nel nostro Paese dimostrano che essa non è gestibile e che le emissioni sono più alte del sistema di riferimento.

Il gruppo tecnico incaricato di redigere questo documento ha invece considerato una tecnica indicata come "sistema a kennel" per i suinetti in svezzamento che in Germania ha trovato una larga diffusione e che in Italia potrebbe essere interessante proprio per gli svezzamenti, ma che nel BREF viene riportata con le buone prestazioni ambientali senza però una valutazione sul suo status o meno di BAT.
Si segnala inoltre che gli esperti italiani del TWG di Siviglia hanno espresso un'opinione divergente per i punti seguenti.

- Tecnica di ricircolo per la rimozione delle deiezioni nei ricoveri di scrofe in gestazione e di suini in accrescimento/ingrasso; gli esperti italiani, pur approvando la conclusione che tale tecnica, quando attuata in canali con strato liquido permanente al disotto dei grigliati e dei fessurati, non è da considerare BAT per gli insediamenti suinicoli di nuova realizzazione, ritengono tuttavia che possa essere considerata equivalente alle BAT quando è già in adozione in un allevamento esistente.

  Tali sistemi di ricircolo, sia con liquame tal quale sia con liquame aerato, consentono una riduzione delle emissioni di ammoniaca anche superiore ad altri sistemi indicati come BAT. Secondo gli esperti italiani, quindi, gli elevati costi di riconversione di questi sistemi già in uso con altre BAT, non sempre sono giustificati.
- Definizione delle BAT sullo spandimento sul suolo delle deiezioni suine e avicole: l'Italia e un altro Stato membro non accettano la conclusione secondo cui lo spandimento in bande del liquame suino su seminativi sia BAT solo se seguito da incorporazione. Essi ritengono invece che anche lo spandimento in bande da solo, senza essere seguito dalla incorporazione, dal momento che consegue una riduzione delle emissioni del 30-40%, sia da ritenere BAT. La motivazione addotta è che lo spandimento in bande comporta già una buona riduzione delle emissioni e il lavoro

ulteriore che l'incorporazione richiede è difficile da organizzare, e inoltre la riduzione supplementare delle emissioni ottenibile non compensa i costi aggiuntivi.

- Incorporazione del letame suino; due Stati membri, tra cui l'Italia, non condividono la conclusione secondo cui l'incorporazione del letame entro 12 ore sia la sola migliore tecnica disponibile; le emissioni di ammoniaca vengono ridotte in misura maggiore tanto più rapida è l'incorporazione, tuttavia si ritiene accettabile l'incorporazione entro 24 ore, che consente una riduzione delle emissioni di circa il 50%. La motivazione addotta è che la riduzione supplementare delle emissioni di ammoniaca ottenibile non compensa i costi aggiuntivi e le difficoltà logistiche di incorporazione in tempi più brevi.

Il gruppo tecnico che ha redatto questa guida, inoltre, è pervenuto alle seguenti ulteriori conclusioni.

- Per quanto riguarda le coperture dei bacini di stoccaggio in terra si possono riscontrare forti limitazioni per:
  - difficoltà tecnica nella posa dei teli di copertura e nel loro ancoraggio ai bordi della laguna, se non a prezzo di costi di investimento non sostenibili;
  - necessità di rimozione dei teli di copertura e loro riposizionamento almeno una volta all'anno per consentire la rimozione dei materiali sedimentati da punti diversi del catino di fondo della laguna. Ciò determina costi gestionali non sostenibili;
  - impraticabilità di coperture flottanti con materiali a basso costo come paglia trinciata, torba, palline di argilla espansa, ecc. per l'effetto deriva che tali materiali subiscono e per la conseguente scopertura di larga parte della superficie libera[3].

  Ciò porta a concludere che la copertura o meno e il tipo di copertura idoneo può essere deciso solo caso per caso.
- Non è ritenuta MTD la tecnica dell'incenerimento di lettiere di avicoli a terra; il numero ridottissimo di realizzazioni nel mondo e la sua complessità tecnologica portano a ritenere che si tratti di un sistema non proponibile per singole aziende, ma al massimo per impianti extra-aziendali e che sia quindi fuori dall'ambito IPPC per la categoria 6.6.
- Impiego di additivi negli ambienti di allevamento per ridurre le emissioni di odori e altri gas o come integrativi della dieta: le incertezze segnalate, relativamente ai reali benefici ambientali, rendono difficile anche solo stabilire quali siano le condizioni affinché l'uso degli additivi sia da considerare BAT.

[3] Alcune esperienze nella regione Emilia Romagna hanno comunque mostrato la formazione di uno strato uniforme di copertura mediante l'impiego di adeguati quantitativi di paglia (40-50 cm di spessore), senza che si verificasse l'effetto deriva citato.

G. IDENTIFICAZIONE DI EVENTUALI TECNICHE ALTERNATIVE E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONE DI TALI TECNICHE

BAT per i trattamenti aziendali degli effluenti finalizzati allo scarico in corpi idrici superficiali o in pubblica fognatura.

I trattamenti analizzati in questo capitolo sono solamente quelli che vengono applicati in vista dello scarico dei reflui trattati in corpi idrici superficiali od in pubblica fognatura. Tale procedura va considerata unicamente per gli allevamenti esistenti che non abbiano la capacità di utilizzo a fini agronomici della totalità dei reflui prodotti e siano quindi costretti ad una depurazione di parte degli stessi per lo scarico finale nel rispetto della normativa riguardante le acque reflue. La indisponibilità del territorio alla ricezione dei nutrienti può anche condurre ad un trattamento depurativo per la totalità dei reflui prodotti. Scopo primario dei trattamenti è quindi il rispetto dei requisiti ambientali di qualità prefissati per il recapito finale degli effluenti trattati.

Analogamente a quanto visto per i trattamenti finalizzati al riutilizzo agronomico, i seguenti obiettivi aggiuntivi possono essere potenzialmente conseguiti in funzione della tipologia di impianto adottato:
- recupero energia dalla biomassa;
- ottimizzazione delle condizioni operative del trattamento per la riduzione dei consumi energetici;
- ottimizzazione del trattamento per la riduzione del consumo di prodotti chimici;
- riduzione le emissioni di odori che si sprigionano durante il trattamento.

La valutazione di queste tecniche ai fini dell'AIA si basa soprattutto sul beneficio ambientale, esprimibile come riduzione di carico inquinante immesso nell'ambiente (in termini di COD, SST, azoto e fosforo), sui vantaggi per l'azienda come la possibilità di recuperare energia (biogas o calore da combustione), sulla sostenibilità dei costi, sulla facilità di applicazione, sul contenimento di effetti negativi come l'emissione di gas serra o acidificanti.

Separazione solido-liquido

L'opportunità dell'inserimento di una prima fase di separazione solido-liquido è legata a diversi fattori, tra i quali particolare importanza riveste la caratterizzazione del refluo proveniente dall'allevamento in termini di frazione liquida e di distribuzione del carico inquinante tra le diverse fasi (sospeso, colloidale, disciolto).

Tanto maggiore sarà la frazione del carico inquinante legata alla fase sospesa, tanto maggiore sarà il beneficio ottenibile nella separazione solido-liquido in termini di carico inquinante in ingresso alle successive fasi di trattamento.

Tale operazione può ad esempio essere applicata con successo a liquami provenienti da allevamenti suinicoli con il vantaggio aggiuntivo di un recupero ai fini agronomici, sempre che ne sussistano le altre condizioni, della frazione palabile separata.

La separazione viene generalmente effettuata per via meccanica con diverse tipologie di apparecchiature (ad es. vagli o centrifughe) che differiscono tra loro sia per i costi di investimento che per le efficienze operative conseguibili. Per quanto riguarda l'efficienza di separazione i valori conseguibili vanno dal 35% (vaglio meccanico) all'85% (centrifuga) in termini di Solidi Sospesi Totali.

Anche in questo caso possono essere considerate valide le condizioni riportate nel BRef, nel caso di utilizzo per effluenti destinati al riutilizzo agronomico, perché la separazione meccanica del liquame suinicolo sia considerata BAT. Ad esempio dal punto di vista delle emissioni in atmosfera sono favorite le tecnologie in sistema chiuso (ad esempio centrifuga o presse elicoidali), che minimizzano le emissioni di ammoniaca.

Equalizzazione (ed eventuale pre-aerazione)

Negli impianti di trattamento dei reflui zootecnici nei quali sia prevista una sensibile variabilità della portata e/o della concentrazione degli inquinanti, l'utilizzo di una sezione di equalizzazione fornisce la possibilità di smorzare tali fluttuazioni consentendo un migliore dimensionamento e funzionamento delle successive operazioni.

La realizzazione di una sezione aggiuntiva può quindi essere giustificata sia dal punto di vista ambientale, in quanto un funzionamento pressoché stabile dei trattamenti successivi riduce l'occorrenza di fuori servizio con fluttuazioni nelle caratteristiche del refluo trattato, che dal punto di vista economico grazie ad una riduzione dei costi di investimento (per la riduzione della dimensione delle apparecchiature successive) ed operativi (per la riduzione dei consumi energetici e di prodotti chimici).

La presenza di una fase di pre-aerazione da realizzare nella sezione di equalizzazione può essere vantaggiosa, traducendosi in una parziale ossidazione del liquame con riduzione del carico organico alla successiva sezione di trattamento biologico. Tale operazione, se realizzata in condizioni controllate con limitati valori di potenza dispersa specifica, comporta una produzione di fanghi ridotta con emissioni in atmosfera anch'esse ridotte.

Anche in questo caso possono essere considerate valide le condizioni riportate nel BREF, nel caso di utilizzo per effluenti destinati al riutilizzo agronomico, perché questa tecnica sia considerata BAT. Come accennato, il trattamento di aerazione dovrà essere ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, e le emissioni di azoto in forma ammoniacale o di N_2O andranno minimizzate.

Sedimentazione primaria

I vantaggi conseguibili nel trattamento di sedimentazione primaria sono analoghi a quanto visto nel trattamento di separazione solido liquido. In particolare è possibile ridurre il dimensionamento del successivo biologico, quando presente, per la riduzione del carico inquinante in arrivo.

Le tipologie di trattamenti si dividono essenzialmente in due grandi famiglie: 1) sedimentazione semplice; 2) sedimentazione assistita chimicamente. Nel secondo caso si incrementa il rendimento di separazione per mezzo di opportuni coadiuvanti chimici che possono portare la resa di separazione sino ad oltre il 70%, in termini di SST. Il vantaggio della sedimentazione assistita è di potere, con una scelta mirata dei prodotti chimici e delle condizioni operative, realizzare un contemporaneo abbattimento del fosforo, in alternativa ad un trattamento terziario dedicato. Lo svantaggio è costituito da un lato dal consumo di prodotti chimici e dall'altro dall'incremento del volume dei fanghi che, per la loro composizione, non sono immediatamente riutilizzabili agronomicamente.
L'applicabilità del trattamento va quindi esaminata con attenzione particolare agli effetti cross-media accennati.

Trattamento biologico (anaerobico, aerobico, sedimentazione secondaria)
In considerazione dell'elevato carico organico dei reflui da allevamento, la pratica usuale è quella di adottare un trattamento combinato anaerobico-aerobico. Quindi il liquame incontra una prima sezione non aerata (denitrificazione), seguita da due sezioni aerate (ossidazione e nitrificazione). Tali sezioni possono anche essere realizzate in zone diverse della stessa vasca o, in alcune tecnologie, come sequenze successive di trattamento di un ciclo discontinuo.

Come già indicato per il trattamento finalizzato al riutilizzo agronomico, l'abbattimento può superare il 90% in termini di BOD_5. Nella zona di denitrificazione, l'azoto ossidato ad azoto nitrico viene denitrificato con liberazione in atmosfera di azoto elementare e/o di N_2O.

L'applicazione del trattamento biologico comporta, come visto, consumi energetici e possibilità di emissioni in atmosfera nelle sezioni aerate. La sua applicazione andrebbe pertanto presa in considerazione solo nelle ipotesi generali esposte. Analogamente alla pre-aerazione possono essere adottati accorgimenti volti alla minimizzazione delle emissioni in atmosfera di azoto in forma ammoniacale e/o di gas serra.

La formazione e l'accrescimento delle flore batteriche presenti nel biologico comporta la necessità di gestire una certa quantità di fango di supero. Per questo la presenza di un sedimentatore secondario è indispensabile, dove i fanghi separati possono essere in parte ricircolati al biologico ed in parte estratti per il loro successivo trattamento.

Trattamenti terziari
I trattamenti terziari vengono adottati quando sia necessaria una rimozione mirata del fosforo e non sia presente un chimico fisico abbinato alla sedimentazione primaria. Si tratta di un'operazione condotta con opportuni prodotti chimici precipitanti e che conduce alla produzione di fanghi di tipo chimico non sempre immediatamente riutilizzabili ai fini agronomici.

Trattamenti anaerobici con recupero di biogas

Il trattamento anaerobico con produzione di biogas può essere applicato al refluo tal quale, come visto nei trattamenti dedicati al riutilizzo agronomico, od ai fanghi provenienti dal trattamento biologico, qual'ora esso sia presente.

Tale seconda soluzione, partendo da un fango a maggiore contenuto di sostanza organica consente di elevare le rese di produzione di biogas ottenibile.

Come già accennato, tra i benefici arrecati da questa tecnica è giusto ricordare la riduzione della carica patogena del liquame, il controllo delle emissioni di odori sgradevoli e di gas serra, oltre al ben noto beneficio dovuto al recupero energetico.

Condizioni riportate nel BREF perché questa tecnica sia considerata BAT sono che il trattamento anaerobico sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, che ci sia un mercato per l'*energia verde* e che, le regolamentazioni locali consentano la co-digestione con altri sottoprodotti organici e il successivo spandimento agronomico del digerito.

MTD per la riduzione delle emissioni dallo spandimento agronomico di effluenti

Una buona tecnica è l'adozione di " copertura vegetale permanente (anche boscata)" lungo le fasce di rispetto dei corsi d'acqua ove è vietato l'utilizzo di effluenti zootecnici, dal momento che esse sono ritenute un'efficace accorgimento per ridurre gli apporti di nutrienti nelle acque, rappresentano un'opportunità per favorire l'incremento di biodiversità e sono un intervento la cui realizzazione è oggettivamente verificabile.
Anche se non ancora sufficientemente documentata in termini prestazionali, si segnala come tecnica emergente la tecnica dell'utilizzo della fertirrigazione (miscela di acqua e liquame maturo) con la modalità della distribuzione goccia a goccia sulle colture cui apportare il nutriente.

H. DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN ITALIA

Sulla base delle descrizioni e degli approfondimenti che sono stati effettuati nei capitoli precedenti viene qui presentata la lista delle migliori tecniche disponibili per il settore allevamenti.

Migliori tecniche disponibili comuni a tutti gli allevamenti

La descrizione dettagliata delle tecniche di seguito elencate è riportata nei capitoli precedenti, in particolare nei Capitoli E ed F.

1. Le buone pratiche agricole come MTD ed adozione di un SGA

- 1.1 Buone pratiche di allevamento
- 1.2 Riduzione dei consumi di acqua
- 1.3 Riduzione dei consumi energetici
- 1.4 Buone pratiche nell'uso agronomico degli effluenti

L'adozione delle buone pratiche agricole accresce la sua efficacia se accompagnata dall'adozione di un programma di gestione ambientale. L'adozione delle buone pratiche in questo documento è intesa come una MTD necessaria ma non sufficiente e, per essere efficace, deve essere integrata con le altre MTD selezionate per la specifica situazione.

2. Tecniche nutrizionali come MTD

- 2.1 Alimentazione per fasi
- 2.2 Alimentazione a ridotto tenore proteico e integrazione con aminoacidi di sintesi
- 2.3 Alimentazione a ridotto tenore di fosforo con addizione di fitasi
- 2.4 Integrazione della dieta con fosforo inorganico altamente digeribile
- 2.5 Integrazione della dieta con altri additivi

Migliori tecniche disponibili per la riduzione delle emissioni dai ricoveri

3. MTD per la riduzione di NH_3 dai ricoveri suinicoli

3.1 Scrofe in attesa calore/gestazione e suini in accrescimento/ingrasso

- 3.1.1 Pavimento totalmente fessurato (PTF) con fossa di stoccaggio sottostante (sistema di riferimento)

Non è considerata MTD e pertanto non potrà essere tenuta presente nella progettazione dei ricoveri di nuova realizzazione. Nei ricoveri esistenti, dovrebbe essere sostituita con una delle tecniche descritte successivamente o da altre equivalenti.

- 3.1.2 Pavimento totalmente fessurato (PTF) e rimozione dei liquami con sistema a vacuum

Viene considerata MTD per entrambe le categorie di suini, sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per gli esistenti che già l'adottano o intendono adottarla.

- 3.1.3 Pavimento totalmente fessurato (PTF) e ricircolo dei liquami in canali con strato liquido permanente

Non è considerata MTD per gli edifici di nuova realizzazione o per la ristrutturazione di esistenti in cui la si volesse adottare, in ragione degli elevati costi energetici.
È considerata MTD, invece, per gli edifici esistenti, là ove esiste già, sia nella versione del ricircolo con liquame aerato, sia in quella con liquame non aerato.

- 3.1.4 Pavimento totalmente fessurato (PTF) con ricircolo dei liquami in tubi o cunette senza strato liquido

Questa tecnica è considerata MTD per i nuovi ricoveri quando si verificano le seguenti condizioni:

- il liquame usato per il ricircolo non viene sottoposto ad aerazione (tecnica considerata energivora);
- non esistono residenze civili nei dintorni che possono essere disturbate dai picchi di odori che si determinano durante il ricircolo.

È considerata MTD nei ricoveri esistenti quando già presente in essi, qualunque sia il tipo di liquame impiegato (aerato o non aerato).

- 3.1.5 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con fossa sottostante a pareti verticali

Questa tecnica, sia nella versione con corsia fessurata interna, sia nella versione con corsia fessurata esterna, è classificata come MTD per le scrofe, mentre non è classificata come tale per i ricoveri di accrescimento/ingrasso.
Per l'accrescimento/ingrasso è classificata come MTD invece la tecnica del PPF con fossa a pareti verticali o inclinate e svuotamento con sistema a vacuum. Se è chiaro che la tecnica a PPF con fossa sottostante a pareti verticali non è MTD per l'accrescimento/ingrasso nel caso di nuovi allevamenti, non è altrettanto chiaro se sia da considerare "non MTD" anche nel caso sia già in adozione in allevamenti esistenti.
La posta singola per scrofe in gestazione con fossa di raccolta delle deiezioni limitata alla parte posteriore dell'animale, è classificata come MTD per i ricoveri sia nuovi che esistenti.

- 3.1.6 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con fossa a pareti verticali e rimozione dei liquami con sistema a vacuum

E' considerata MTD per i suini in accrescimento/ingrasso e per le scrofe sia per i nuovi ricoveri, sia per quelli esistenti.

- 3.1.7 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) e riciclo dei liquami in canali con strato liquido permanente

Questa tecnica, sia nella versione con fossa interna, sia in quelle con fossa esterna, equivalenti come beneficio ambientale, non è considerata MTD per gli edifici di nuova realizzazione o per la ristrutturazione di edifici esistenti che volessero adottarla.
È considerata MTD, invece, per gli edifici esistenti, là ove esiste già, sia nella versione con ricircolo con liquame aerato, sia in quella con liquame non aerato.

- 3.1.8 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con ricircolo liquami in tubi o cunette senza strato liquido

Questa tecnica, in entrambe le versioni (tubi o cunette), è considerata MTD per i nuovi ricoveri quando si verificano le seguenti condizioni:

- il liquame usato per il ricircolo non viene sottoposto ad aerazione (tecnica considerata energivora);
- non esistono residenze civili nei dintorni che possono essere disturbate dai picchi di odori che si determinano durante il ricircolo.

È considerata MTD nei ricoveri esistenti quando è già presente in essi, qualunque sia il tipo di liquame impiegato (aerato o non aerato).

- 3.1.9 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con fossa sottostante a pareti inclinate e rimozione dei liquami con sistema a vacuum

La tecnica nelle due versioni, fessurato/grigliato interno, fessurato/grigliato in corsia esterna, è considerata MTD sia per i nuovi ricoveri, sia per quelli esistenti e per entrambe le categorie di suini considerate (accrescimento/ingrasso e scrofe in attesa calore/gestazione).

- 3.1.10 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con parte piena centrale convessa con fossa sottostante a pareti svasate e rimozione dei liquami con sistema a vacuum

Questa tecnica è classificata come MTD sia per i nuovi ricoveri, sia per quelli esistenti.

- 3.1.11 Pavimento parzialmente fessurato (PPF) con raschiatore nella fossa sottostante

Il sistema non è riconosciuto come MTD per i nuovi ricoveri. È riconosciuto come MTD nei ricoveri esistenti in cui è già presente.

- 3.1.12 Pavimento parzialmente fessurato interno e lettiera nella corsia esterna di defecazione

Quando la tecnica è impiegata con quantitativi sufficienti di paglia e viene effettuata una rimozione frequente sia dei liquami della fossa interna, sia del letame dalla fossa esterna, è da considerare MTD sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per i ricoveri esistenti ove è già in adozione o si intende adottarla.

- 3.1.13 Pavimento pieno interno e lettiera nella corsia esterna di defecazione

La tecnica è portata come esempio di tecnica con lettiera da considerare MTD in tutti i casi (ricoveri nuovi ed esistenti) per entrambe le categorie di animali (accrescimento/ingrasso e scrofe).

- 3.1.14 Pavimento con lettiera in area di riposo per scrofe in gruppo con autoalimentatori

E' classificata come MTD sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per i ricoveri esistenti ove è già in adozione o si intende adottarla.

3.2 Scrofe in allattamento (inclusi i lattonzoli)

- 3.2.1 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e fossa sottostante di stoccaggio delle deiezioni (sistema di riferimento)

Questa tecnica non è considerata MTD né per i nuovi ricoveri, né per quelli esistenti. In questi ultimi dovrà essere sostituita con una delle tecniche descritte successivamente.

- 3.2.2 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e piano sottostante in pendenza per la separazione di feci e urine

La tecnica non è considerata MTD né per le nuove realizzazioni, né per le ristrutturazioni di sale parto esistenti. È però considerata MTD quando è già presente nel ricovero.

- 3.2.3 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e fossa sottostante divisa in due parti per la raccolta separata delle deiezioni della scrofa e di quelle dei suinetti

La tecnica è considerata MTD sia nella progettazione di nuove sale parto, sia nella ristrutturazione di sale esistenti.

- 3.2.4 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e sistema di ricircolo di liquami in cunette senza strato liquido

La tecnica è considerata MTD sia nella progettazione di nuove sale parto, sia nella ristrutturazione di sale esistenti.

- 3.2.5 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e bacinella di raccolta prefabbricata sottostante

La tecnica è considerata MTD sia nella progettazione di nuove sale parto, sia nella ristrutturazione di sale esistenti.

- 3.2.6 Gabbie con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e fossa di raccolta dei liquami sottostante a ridotta superficie emettente

La tecnica non è considerata MTD, né per le nuove progettazioni, né per le ristrutturazioni. È tuttavia considerata MTD quando è già presente in una sala parto esistente.

- 3.2.7 Gabbie con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e raschiatore per la rimozione dei liquami nella fossa sottostante

La tecnica non è MTD per i ricoveri da costruire ex novo e per quelli in ristrutturazione. È MTD quando è già presente in un ricovero esistente.

3.3 Suini in post-svezzamento

- 3.3.1 Box o gabbie con pavimento totalmente fessurato (PTF) e sottostante fossa di raccolta delle deiezioni (sistema di riferimento)

Questa tecnica non è considerata MTD né per i nuovi ricoveri, né per quelli esistenti. In questi ultimi dovrà essere sostituita con una delle tecniche descritte successivamente.

- 3.3.2 Box o gabbie con pavimento totalmente fessurato (PTF) o grigliato (PTG) e sistema di rimozione dei liquami a vacuum

E' considerata MTD sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per quelli esistenti che già l'adottano o intendono adottarla.

- 3.3.3 Gabbie con pavimento totalmente grigliato (PTG) e piano sottostante in pendenza per la separazione di feci e urine

La tecnica è considerata MTD sia per i ricoveri di nuova realizzazione, sia per quelli da ristrutturare, sia per quelli in cui è già in applicazione. Da notare che la stessa tecnica non è considerata MTD per le sale parto di nuova progettazione e per quelle da ristrutturare.

- 3.3.4 Box o gabbie con pavimento totalmente fessurato (PTF) o grigliato (PTG) e fossa sottostante con raschiatore

La tecnica non è MTD per le nuove realizzazioni e per le ristrutturazioni in cui si intenda adottarla, mentre è da considerare MTD là dove l'impianto è già presente.

- 3.3.5 Box o gabbie con pavimento totalmente fessurato (PTF) o grigliato (PTG) e riciclo dei liquami in cunette o tubi senza strato liquido

Questa tecnica è considerata MTD per i nuovi ricoveri quando si verificano le seguenti condizioni:

- il liquame usato per il ricircolo non viene sottoposto ad aerazione (tecnica considerata energivora);
- non esistono residenze civili nei dintorni che possono essere disturbate dai picchi di odori che si possono determinare durante il ricircolo.

È considerata MTD nei ricoveri esistenti quando già presente in essi, qualunque sia il tipo di liquame impiegato (aerato o non aerato).

- 3.3.6 Box o gabbie con pavimento parzialmente fessurato (PPF) o grigliato (PPG) e sistema di rimozione dei liquami a vacuum

E' considerata MTD sia per i nuovi ricoveri, sia per quelli già esistenti.

- 3.3.7 Box con pavimento parzialmente fessurato (PPF) e sistema a doppia climatizzazione

Viene considerata MTD per i risultati positivi ottenuti in Danimarca. La sua introduzione in Italia richiederebbe alcune verifiche soprattutto per quanto riguarda il rischio di sporcamente della parte piena in estate.

- 3.3.8 Box con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e parte piena in pendenza o centrale convessa con fossa di raccolta a pareti verticali

La tecnica è considerata MTD sia per i ricoveri nuovi, sia per quelli esistenti.

- 3.3.9 Box con pavimento parzialmente grigliato (PPG), parte piena centrale convessa con fossa dei liquami a pareti verticali e rimozione dei liquami con sistema a vacuum

La tecnica è considerata MTD sia per i ricoveri nuovi, sia per quelli esistenti.

- 3.3.10 Box con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e parte centrale convessa con fossa liquami sottostante a pareti inclinate e rimozione dei liquami con sistema a vacuum

La tecnica è considerata MTD sia per i ricoveri nuovi, sia per quelli esistenti.

- 3.3.11 Box con pavimento parzialmente fessurato (PPF) o grigliato (PPG) e ricircolo del liquame in cunette senza strato liquido

Questa tecnica è considerata MTD per i nuovi ricoveri quando si verificano le seguenti condizioni:

- il liquame usato per il ricircolo non viene sottoposto ad aerazione (tecnica considerata energivora);
- non esistono residenze civili nei dintorni che possono essere disturbate dai picchi di odori che si determinano durante il ricircolo.

È considerata MTD nei ricoveri esistenti quando è già presente in essi, qualunque sia il tipo di liquame impiegato (aerato o non aerato).

- 3.3.12 Box con pavimento parzialmente grigliato (PPG) e raschiatore nella fossa sottostante

La tecnica non è riconosciuta come MTD per i nuovi ricoveri. È riconosciuta come MTD nei ricoveri esistenti in cui è già presente.

- 3.3.13 Box con pavimento parzialmente fessurato (PPF) o grigliato (PPG) e con copertura di parte dell'area piena (sistema a kennel)

Nel BREF nulla viene chiarito circa la qualifica come MTD. In Italia non ci sono esperienze che permettano di valutarla.

- 3.3.14 Box con pavimento pieno e lettiera estesa a tutta la superficie (lettiera integrale)

Pur non essendo disponibili dati attendibili sulle emissioni, si ritiene che qualora la lettiera venga gestita secondo le buone pratiche, mettendo innanzitutto materiale ligno-cellulosico a sufficienza e asportando le parti di lettiera bagnata, la tecnica possa essere considerata MTD.

4. MTD per la riduzione di NH_3 dai ricoveri avicoli

4.1 Galline ovaiole in gabbia

- 4.1.1 Gabbie con sottostante fossa di stoccaggio prolungato non ventilata (sistema di riferimento)

Non viene considerata MTD né per i nuovi allevamenti, né per le ristrutturazioni, né per ricoveri che l'abbiano già in adozione.

- 4.1.2 Gabbie con sottostante fossa di stoccaggio e rimozione frequente della pollina a mezzo di raschiatore

Non viene considerata MTD né per i nuovi allevamenti, né per le ristrutturazioni, né per ricoveri che l'abbiano già in adozione.

- 4.1.3 Gabbie con nastri trasportatori sottostanti per la rimozione frequente della pollina umida verso uno stoccaggio esterno chiuso

E' considerata MTD sia per ricoveri esistenti che già la posseggono o intendono adottarla, sia per ricoveri di nuova realizzazione.

- 4.1.4 Batterie di gabbie con nastri ventilati mediante insufflazione di aria con tubi forati

È considerata MTD sia per ricoveri esistenti che già la posseggono o intendono adottarla, sia per ricoveri di nuova realizzazione.

- 4.1.5 Batterie di gabbie con nastri ventilati a mezzo di ventagli

La tecnica è considerata MTD sia per ricoveri esistenti che già la posseggono o che intendono adottarla, sia per ricoveri di nuova realizzazione.

- 4.1.6 Stoccaggio aperto aerato in locale posto sotto al piano di gabbie (fossa profonda)

Il sistema descritto è MTD in regioni geografiche come quella italiana e a clima mediterraneo.

- 4.1.7 Batterie di gabbie verticali con nastri di asportazione ed essiccamento della pollina in tunnel posto sopra le gabbie

La tecnica è considerata MTD sia per ricoveri esistenti che già la posseggono o che intendono adottarla, sia per ricoveri di nuova realizzazione.

4.2 Galline ovaiole a terra

- 4.2.1 Sistema a terra con lettiera profonda e fessurato su fossa di raccolta della pollina tal quale (sistema di riferimento)

La tecnica non può essere considerata MTD né per i nuovi ricoveri, né per quelli esistenti che l'hanno già in adozione.

- 4.2.2 Sistema a terra con lettiera profonda e aerazione forzata della pollina nella fossa sotto il fessurato

È classificata come MTD sia nelle nuove realizzazioni che nei ricoveri esistenti che già l'adottano o intendono adottarla.

- 4.2.3 Sistema a terra con lettiera profonda e pavimento perforato per l'aerazione forzata della pollina nella fossa sotto al fessurato

È da considerare MTD sia nelle nuove realizzazioni sia nei ricoveri esistenti che già l'adottano o che intendono adottarla.

- 4.2.4 Sistemi ad aviario

Viene considerata MTD sia che abbia o non abbia un'area di razzolamento esterna. La valutazione positiva è stata data nonostante il gruppo di lavoro tecnico che ha predisposto il BREF abbia riconosciuto che questo sistema genera elevate emissioni di polveri.

4.3 Allevamenti avicoli da carne a terra

- 4.3.1 Ricoveri con ventilazione naturale e con pavimenti interamente ricoperti da lettiera e abbeveratoi antispreco;
- 4.3.2 ricoveri con ottimizzazione dell'isolamento termico e della ventilazione (anche artificiale), con lettiera integrale sui pavimenti e abbeveratoi antispreco come descritti sopra.

5. Migliori tecniche disponibili per i trattamenti aziendali degli effluenti

- 5.1 Separazione meccanica del liquame suino

Condizioni riportate nel BREF perché la separazione meccanica del liquame suinicolo sia considerata MTD è che il processo avvenga utilizzando un sistema chiuso (ad esempio centrifuga o presse elicoidali), che minimizzi le perdite di ammoniaca in atmosfera e che ci sia un reale beneficio agronomico (ad esempio la necessità di evitare imbrattamenti fogliare nei prati permanenti o di spostare a grande distanza le frazioni solide in modo da ridurre a livelli accettabili costi che, trasportando invece il liquame tal quale, risultino troppo elevati).

- 5.2 Aerazione del liquame suino tal quale o della frazione chiarificata

Condizioni riportate nel BREF perché questa tecnica sia considerata MTD sono che il trattamento di aerazione sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, e che le perdite di azoto in forma ammoniacale o di N_2O siano minimizzate.

- 5.3 Trattamento biologico di frazioni chiarificate di liquame suino

Condizione perché questa tecnica sia considerata MTD è che il trattamento di aerazione sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, che le perdite di azoto in forma ammoniacale o di N_2O siano minimizzate, che i consumi energetici siano accettabili e i costi sostenibili.

- 5.4 Compostaggio di frazioni palabili di effluenti suini o avicoli

Affinchè questa tecnica sia considerata MTD occorre che il trattamento di aerazione sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, e che l'ammoniaca persa per volatilizzazione sia catturata effettuando il processo in locali chiusi e convogliando l'aria ricca di ammoniaca verso sistemi di lavaggio e cattura (bioscrubbers) o verso biofiltri. Naturalmente anche i consumi energetici e i costi devono essere sostenibili.

- 5.5 Trattamenti anaerobici con recupero di biogas

Condizioni riportate nel BREF perché questa tecnica sia considerata MTD sono che il trattamento anaerobico sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, che ci sia un mercato per l'*energia verde* e che, le regolamentazioni locali consentano la co-digestione con altri sottoprodotti organici e il successivo spandimento agronomico del digerito.

- 5.6 Evaporazione e disidratazione di liquame suino

Questa tecnica è riportata nel BREF come idonea per l'essiccazione del liquame con bassi impegni energetici e contenute emissioni in aria e in acqua. Il numero ridottissimo di realizzazioni nel mondo e la sua complessità tecnologica portano tuttavia a ritenere che si tratti di un sistema non proponibile per singole aziende, ma al massimo per impianti extra-aziendali e che sia quindi fuori dall'ambito IPPC.

- 5.7 Disidratazione di pollina di ovaiole in gabbia in tunnel esterni ai ricoveri

Le condizioni perché questa tecnica sia considerata MTD sono che il trattamento di aerazione sia ben controllato, eventualmente con il ricorso ad assistenza specialistica esterna, e che il processo di disidratazione si svolga in tempi molto rapidi in modo da bloccare la trasformazione dell'acido urico in ammoniaca e quindi l'emissione di quest'ultima in atmosfera.

6. Migliori tecniche disponibili per la riduzione delle emissioni dagli stoccaggi

6.1 MTD per la riduzione delle emissioni dagli stoccaggi di materiali palabili

- 6.1.1 stoccaggio su piattaforme di cemento, con un sistema di raccolta e un pozzo nero per lo stoccaggio del percolato, quando si tratti di materiali palabili di provenienza suinicola;
- 6.1.2 stoccaggio in ricoveri coperti, con un pavimento impermeabilizzato e adeguata ventilazione, quando si tratti di polline essiccate di avicoli;
- 6.1.3 per accumuli temporanei in campo, il posizionamento del cumulo lontano da recettori come corsi d'acqua in cui il percolato potrebbe entrare e da abitazioni civili.

6.2 MTD per la riduzione delle emissioni dagli stoccaggi di materiali non palabili in vasche a pareti verticali

- 6.2.1 Realizzazione di vasche che resistano a sollecitazioni meccaniche e termiche e alle aggressioni chimiche;
- 6.2.2 Realizzazione di basamento e pareti impermeabilizzati;
- 6.2.3 Svuotamento periodico (preferibilmente una volta all'anno) per ispezioni e interventi di manutenzione;
- 6.2.4 Impiego di doppie valvole per ogni bocca di scarico/prelievo del liquame;

- 6.2.5 Miscelazione del liquame solo in occasione di prelievi per lo spandimento in campo;
- 6.2.6 Copertura delle vasche ricorrendo ad una delle seguenti tecniche:
  - coperture rigide come coperchi o tetti, oppure coperture flessibili tipo tende;
  - coperture galleggianti, come paglia triturata, teli galleggianti di tessuto o di plastica, torba, argilla espansa (LECA), polistirene espanso (EPS) o, anche, croste quali quelle che si formano naturalmente sulla superficie del liquame.

7. MTD per la riduzione delle emissioni dallo spandimento agronomico di effluenti

7.1 MTD per la riduzione delle emissioni dallo spandimento agronomico di effluenti non palabili (liquami e materiali assimilati)

- 7.1.1 Spandimento superficiale di liquame a bassa pressione e interramento entro le 6 ore.
- 7.1.2 Spandimento superficiale di liquame con tecnica a raso (spandimento per bande)
- 7.1.3 Spandimento superficiale di liquame con leggera scarificazione del suolo al di sotto della copertura erbosa (trailing shoe)
- 7.1.4 Spandimento con iniezione poco profonda nel suolo (shallow injection - open slot)
- 7.1.5 Spandimento con iniezione profonda nel suolo (deep injection - closed slot)
- 7.1.6 Presenza di copertura vegetale permanente (anche boscata) nelle fasce di rispetto dei corsi d'acqua naturali e del reticolo principale di drenaggio, ove è fatto divieto di spandimento di effluenti zootecnici ai sensi del Decreto interministeriale art.38 DLgsl 152/99 in fase di approvazione.

7.2 MTD per la riduzione delle emissioni dallo spandimento agronomico di effluenti palabili (letami e materiali assimilati)

- 7.2.1 Non è la tecnica scelta il fattore guida, ma l'intervallo di tempo che intercorre tra spargimento e incorporazione; ferma restando la possibilità e l'opportunità di effettuare l'operazione in tempi più ristretti, lo spandimento dei solidi è considerato MTD quando l'incorporazione attraverso l'aratura avviene entro le 24 ore.

I. ANALISI DELL'APPLICABILITÀ AD IMPIANTI ESISTENTI DELLE TECNICHE DI PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO ELENCATE AL PUNTO PRECEDENTE, ANCHE CON RIFERIMENTO AI TEMPI DI ATTUAZIONE

Monitoraggio

I livelli di performance ambientale e/o di consumi energetici che vengono associati alle MTD elencate nel capitolo H e valide per il nostro Paese, vanno intesi come livelli che ci si può aspettare di raggiungere in un determinato periodo di tempo e in determinate condizioni operative e strutturali dell'allevamento, ma non sono da intendere in nessun caso come valori limite di emissione o di consumo.
Di conseguenza i programmi di monitoraggio non potranno che limitarsi a controllare che le MTD adottate siano gestite nella maniera più corretta, cioè in modo che il beneficio ambientale non venga a diminuire o a interrompersi nel tempo.
Il monitoraggio delle MTD strutturali, come quelle che interessano i ricoveri, gli stoccaggi e le attrezzature per lo spandimento, dovrà riguardare due aspetti:

- mantenimento della tecnica in buone condizioni operative nel tempo;
- funzionamento regolare e continuo della tecnica.

Mentre il monitoraggio relativo al primo aspetto, non sembra manifestare difficoltà in quanto attuabile attraverso i riscontri derivanti da periodici controlli, il monitoraggio relativo al secondo aspetto è più complesso, non essendo ipotizzabile, per la maggior parte delle MTD strutturali, l'installazione di registratori di funzionamento.

E' possibile tuttavia individuare, per gruppi di tecniche, indicatori che diano una misura di funzionamento regolare e continuo delle MTD in adozione. Ciò emerge con evidenza dagli esempi che seguono.

Per le MTD nei ricoveri suinicoli, è possibile attraverso l'analisi di sostanza secca e sostanza volatile di un campione correttamente prelevato avere un indicatore di frequenza di funzionamento dei dispositivi di rimozione del liquame, dato dai valori di Solidi Volatili e Solidi Totali (SV/ST). Valori elevati di questo rapporto, al di sopra di una certa soglia, stanno infatti a significare buon grado di freschezza del liquame e, quindi, rimozioni frequenti e, in ultima analisi, emissioni contenute entro i limiti di performance ambientale della MTD oggetto di monitoraggio.

Per i ricoveri di avicoli in gabbia, il tenore di sostanza secca delle deiezioni raccolte, sotto le tettoie di stoccaggio o sotto le gabbie nei ricoveri a due piani, dà una misura dell'intensità e dell'efficacia del sistema di aerazione e quindi del regolare e continuo funzionamento di questa tecnica che è la MTD oggetto di monitoraggio.
L'analisi della sostanza secca nella lettiera può essere considerata un buon indicatore di efficace utilizzo della MTD adottata, anche nel caso degli avicoli a terra.

Per quanto riguarda lo spandimento degli effluenti, il controllo del registro di utilizzazione del liquame può dare informazioni sulla regolarità di rispetto del

calendario di spandimento e sulla uniformità di distribuzione della dose su tutti gli appezzamenti a disposizione dell'azienda. E' questa infatti una delle misure da intraprendere per ridurre le emissioni nelle acque superficiali e profonde.

Potranno inoltre essere eseguite analisi dei suoli, a cura delle Autorità preposte ai controlli, per la determinazione della concentrazione di rame e zinco in forma totale, di fosforo in forma assimilabile e del sodio scambiabile. Gli appezzamenti che superano determinati livelli, stabiliti dalle regioni, non potranno essere parte dal piano di fertilizzazione.

Sempre in relazione ai terreni oggetto di spandimenti, una buona tecnica di monitoraggio è la valutazione sul buono stato delle colture praticate, da effettuarsi durante il periodo vegetativo, ed in particolare in post emergenza e nel periodo di raccolta. Infatti, eccessi di azoto determinano maggiore incidenza delle fitopatie ed eccessivo sviluppo di malerbe. Questo tipo di rilievo, da adottarsi ovviamente in casi particolari, consente di accertare in modo efficace la corretta applicazione della buona pratica.

Per le emissioni in atmosfera il monitoraggio dovrebbe orientarsi alla verifica della funzionalità ed efficienza dei mezzi di spandimento, costituenti parte integrante delle MTD che l'impresa dichiara di adottare.
Il monitoraggio delle MTD a carattere gestionale, come ad esempio le Buone Pratiche di allevamento, è attuabile attraverso la verifica degli effetti risultanti da una corretta applicazione delle MTD stesse. Per fare un esempio, il controllo della funzionalità degli abbeveratoi nel contenere le dispersioni di acqua, consente di verificare la puntualità o meno degli operatori aziendali nell'effettuare le regolari ispezioni periodiche di questa attrezzatura.

Analisi delle fonti di emissione, del tipo e dell'entità di tali emissioni

Questo tipo di analisi, da condurre a livello aziendale, oltre che utile ai fini descrittivi per la domanda AIA di cui all'art. 4 del DLgsl 372/99[4], consente di effettuare una valutazione dell'efficacia delle tecniche esistenti in termini di prestazioni ambientali. Ancorché non specificatamente oggetto di questa linea guida, è utile ricordare che la quantificazione dell'entità delle emissioni è necessaria anche ai fini della comunicazione di cui all'art.10 comma 1 del DLgsl 372/99.

Emissioni in atmosfera
Le emissioni in atmosfera dagli insediamenti zootecnici derivano principalmente dagli scambi gassosi fra le deiezioni prodotte dagli animali e l'aria e dalle trasformazioni della sostanza organica per ossidazione e fermentazione anaerobica. I composti che vengono diffusi o prodotti dagli effluenti e che devono essere considerati sono: ammoniaca (NH_3), metano (CH_4), protossido di azoto (N_2O) e polveri. Per i primi due composti sono disponibili numerose informazioni sulla dinamica di emissione e sui

[4] Di recente sostituito dal decreto legislativo 18 febbraio 2005, n.59 - Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento. (GU n. 93 del 22-4-2005- Suppl. Ordinario n.72) che ha lasciato invariate le norme relative al contenuto dell'AIA.

fattori che la influenzano, per il protossido di azoto le ridotte emissioni che vengono generate portano a considerare che il monitoraggio e il ricorso a tecniche di riduzione non siano necessari, mentre per le polveri non sono disponibili allo stato attuale fattori di emissione sufficientemente verificati nella realtà nazionale.
Per una corretta determinazione delle emissioni in atmosfera dagli insediamenti zootecnici si deve tenere conto delle seguenti fasi di gestione degli effluenti:

- ricoveri;
- stoccaggi;
- trattamenti;
- distribuzione in campo.

Allevamenti suinicoli

Emissioni dai ricoveri
Le emissioni dalla fase "ricovero" devono essere descritte nel loro dettaglio considerando: la consistenza zootecnica (da intendersi come capi potenzialmente presenti) di ogni categoria animale presente, il peso medio, la tecnica di gestione degli effluenti e l'emissione in atmosfera di ammoniaca (**$NH_{3_Ricovero}$**) e metano (**$CH_{4_Ricovero}$**). La tabella seguente illustra un esempio di rapporto di compilazione, in cui sono previste le informazioni descrittive minime che devono essere indicate e la quantificazione finale delle emissioni.

Esempio di rapporto di classificazione delle sorgenti emissive dalla fase del ricovero							
Categoria animale	Ricovero	Tecnica di stabulazione	Consistenza	Peso medio	Peso vivo presente	Emissioni	
						Ammoniaca	Metano
	[Codice]	[codice]	[n°]	[kg/capo]	[t]	[t/anno]	[t/anno]
Totale							

Nella tabella seguente, invece, è riportata una lista esemplificativa delle categorie di suini che può essere utilizzata per la descrizione delle consistenze zootecniche dell'insediamento produttivo.

Classificazione degli animali presenti nell'insediamento suinicolo per categoria
Lattonzolo
Magroncello
Magrone e scrofetta
Suino leggero
Suino pesante
Scrofe in gestazione (poste singole e box multipli)
Scrofa in sala parto (con suinetti fino 6 kg)
Verro
Altro...

I fattori strutturali che maggiormente influenzano l'emissione dai ricoveri possono essere così riassunti:

- incidenza della superficie fessurata sulla superficie utile di allevamento;
- presenza e dimensioni di corsie esterne di defecazione;
- tipologia di evacuazione delle deiezioni e dell'eventuale periodo di stoccaggio all'interno del ricovero stesso.

Per tenere conto della casistica strutturale più frequentemente riscontrabile negli allevamenti suinicoli nazionali, si può fare riferimento alle liste delle tecniche di gestione degli effluenti per le diverse categorie animali riportate nel capitolo H e descritte nei capitoli E ed F

Nella determinazione delle emissioni si dovranno tenere in considerazione anche le caratteristiche climatiche del contesto ambientale in cui si trova l'insediamento produttivo

Emissioni dai trattamenti aziendali

Parte dell'effluente liquido, prodotto all'interno dei ricoveri, può subire un trattamento fisico (separazione) o chimico/fisico/biologico (aerazione o depurazione) e proseguire allo stoccaggio o, nel caso della depurazione, essere scaricato in fognatura o in acque superficiali. Per il calcolo dell emissioni dovranno essere descritte le tecnologie eventualmente presenti per il trattamento chimico e/o fisico degli effluenti prodotti dall'insediamento, la loro efficienza di funzionamento e i relativi flussi di massa (frazione solida e chiarificata da separazione, fanghi di supero e frazione liquida da aerazione o depurazione) generati dai processi. Dovranno essere considerate, inoltre, le eventuali emissioni di ammoniaca (**$NH_{3_Trattamenti}$**) riscontrabili con l'applicazione dei trattamenti chimico/fisici.

La tabella seguente illustra un esempio di report di compilazione, in cui sono previste le informazioni descrittive minime che devono essere indicate e la quantificazione finale delle emissioni.

Esempio di rapporto di classificazione delle sorgenti emissive dalla fase del trattamento			
Tipologia di effluente	Quantità di effluente	Tecnica di trattamento	Emissioni
			Ammoniaca
	[t/a]	[codice]	[t/anno]
Totale			

Nella tabella successiva, invece, è riportata una lista delle più frequenti tecniche di trattamento presenti negli insediamenti zootecnici nazionali.

Elenco delle tecniche di separazione e trattamento chimico degli effluenti liquidi degli allevamenti suinicoli	
Codice di riferimento	**Descrizione delle tecniche**
Separazione solido/liquido	
1	Separazione con vibro-rotovaglio
2	Separazione con dispositivo cilindrico rotante
3	Separazione con dispositivo a compressione elicoidale
4	Sedimentazione con bacini in serie
5	Flottazione
Trattamenti chimici	

6	Aerazione
7	Depurazione biologica a fanghi attivi con scarico in fognatura o acque superficiali
8	Depurazione biologica a fanghi attivi ed uso agronomico delle frazioni risultanti
9	Digestione anaerobica

Emissioni dagli stoccaggi

Le emissioni di ammoniaca (**$NH_{3_Stoccaggi}$**) e metano (**$CH_{4_Stoccaggi}$**) dalla fase di stoccaggio riguardano sia le **frazioni liquide** (liquame tal quale estratto dai ricoveri, frazione chiarificata proveniente da processi di separazione meccanica, frazione liquida da processi di aerazione e/o depurazione) sia le **frazioni solide palabili** (lettiera, frazione solida da separazione meccanica, fanghi di supero disidradati).

Nella determinazione di tali emissioni si dovrà tenere conto delle caratteristiche chimico fisiche degli effluenti prodotti, delle quantità prodotte, della tipologia dei contenitori per gli effluenti liquidi (vasche a pareti laterali, lagoni con pareti inclinate e vasche coperte o pozzi neri), della loro dinamica di riempimento e svuotamento e delle condizioni meteorologiche medie caratteristiche del contesto ambientale in cui si trova l'insediamento produttivo.

La tabella seguente illustra un esempio di rapporto di compilazione, in cui sono previste le informazioni descrittive minime che devono essere indicate e la quantificazione finale delle emissioni.

Esempio di rapporto di classificazione delle sorgenti emissive dalla fase del stoccaggio			
Tipologia di stoccaggio	Quantità di effluente	Emissioni	
		Ammoniaca	Metano
	[t/a]	[t/anno]	[t/anno]
Totale			

Emissioni dallo spandimento

Nella determinazione delle emissioni dalla fase di distribuzione in campo degli effluenti devono essere considerate:

- le diverse frazioni liquide prodotte: liquame tal quale, frazione chiarificata da trattamento di separazione solido/liquido, frazione depurata;
- le frazioni solide prodotte; lettiera, solido separato da trattamento di separazione solido/liquido, fanghi di supero;
- le caratteristiche chimiche degli effluenti: concentrazione di azoto ammoniacale e solidi totali;
- le dosi di azoto e di volume applicati al suolo (compatibilmente con le vigenti normative regionali e la presenza di zone vulnerabili da nitrati);
- le epoche di applicazione al suolo;
- le tecniche di applicazione;
- le condizioni meteorologiche riscontrabili mediamente nelle diverse epoche di distribuzione all'interno del contesto ambientale in cui si trova l'insediamento produttivo.

Dovrà essere determinato per ogni flusso di massa identificato (liquido e solido palabile) l'emissione di ammoniaca dalla fase di distribuzione (**$NH_{3_Distribuzione}$**).
La tabella successiva illustra un esempio di rapporto di compilazione, in cui sono previste le informazioni descrittive minime che devono essere indicate e la quantificazione finale delle emissioni.

Esempio di rapporto di classificazione delle sorgenti emissive dalla fase dalla distribuzione in campo			
Tipologia di effluente	Quantità di effluente	Modalità di distribuzione	Emissioni
			Ammoniaca
	[Codice]	[codice]	[t/a]
Totale			

Nella tabella che segue è riportato un elenco delle tecniche di distribuzione in campo degli effluenti liquidi più diffuse.

Lista delle tecniche di distribuzione in campo dei liquami suinicoli	
Codice di riferimento	**Descrizione delle tecniche di distribuzione in campo**
1	Distribuzione a largo raggio (gettone irrigatore o piatto deviatore)
2	Distribuzione superficiale a bande rasoterra
3	Iniezione superficiale con solco chiuso
4	Iniezione superficiale con solco aperto
5	Iniezione profonda

Riepilogo emissioni allevamenti suinicoli

L'emissione totale di ammoniaca e metano dall'insediamento suinicolo dovrà risultare dalla somma di tutte le emissioni precedentemente determinate per le singole fasi emissive:

$NH_{3_Tot}=NH_{3_Ricoveri}+NH_{3_Trattamenti}+NH_{3_Stoccaggio}+NH_{3_Distribuzione}$ [t/a]

$CH_{4_Tot}=CH_{4_Ricvoeri}+CH_{4_Trattamenti}+CH_{4_Stoccaggio}+CH_{4_Distribuzione}$ [t/a]

Allevamenti avicoli

Emissioni dai ricoveri
Come illustrato nel caso degli allevamenti suinicoli, dovranno essere descritte le emissioni dalla fase del ricovero, partendo dalla consistenza zootecnica dell'insediamento produttivo suddivisa in categorie animali. Per ciascuna categoria animale dovrà essere indicato il peso medio, la consistenza, la tecnica di gestione degli effluenti e l'emissione in atmosfera di ammoniaca (**$NH_{3_Ricoveri}$**) e metano (**$CH_{4_Ricoveri}$**).
La tabella che segue, predisposta per gli insediamenti avicoli, illustra un esempio di report di compilazione.

Esempio di rapporto di classificazione delle sorgenti emissive dalla fase del ricovero							
Categoria animale	Ricovero	Tecnica di stabulazione	Consistenza	Peso medio	Peso vivo presente	Emissioni	
						Ammoniaca	Metano
	[Codice]	[codice]	[n°]	[kg/capo]	[t]	[t/anno]	[t/anno]
Totale							

Nella tabella seguente, invece, è riportata una lista esemplificativa delle categorie animali utilizzabile per la descrizione delle consistenze zootecniche dell'insediamento produttivo.

Classificazione degli animali presenti nell'insediamento avicolo per categoria
Gallina ovaiola (1 ciclo/anno)
Pollastra in batteria (2,5 cicli/anno)
Pollastra a terra (2,5 cicli/anno)
Pollo da carne a terra (4,5 cicli/anno)
Faraone da carne a terra (3,5 cicli/anno)
Tacchina da carne a terra
Tacchino da carne a terra
Altro....

I fattori strutturali che maggiormente influenzano l'emissione dai ricoveri avicoli possono essere così riassunti:

- tipologia di stabulazione, in gabbia o a terra, per le galline ovaiole;
- presenza di sistemi di essiccazione della pollina;
- tipo di lettiera e presenza di sistemi di abbeverata antispreco per gli avicoli da carne.

Per tenere conto della casistica strutturale più frequentemente riscontrabile negli allevamenti avicoli nazionali, si farà riferimento alla lista delle tecniche di gestione degli effluenti avicoli riportata nel capitolo H e alle descrizioni riportate nei capitoli E ed F.

Emissioni dagli stoccaggi

Le deiezioni avicole possono essere prodotte sotto forma solida o liquida. Le deiezioni solide prodotte nei ricoveri possono essere gestite con modalità che si differenziano per le caratteristiche fisiche finali dell'effluente: lettiere (miscela di deiezioni con paglia di frumento o orzo, truciolo..) e pollina predisidratata (o in sistemi di essiccazione su nastro o con tunnel di essiccazione, o in impianti di compostaggio con aggiunta di materiale lignocellulosico).

Nel caso delle **lettiere**, tipiche degli insediamenti produttivi di avicoli da carne (pollo, faraona, tacchino, anatra) e di ovaiole a terra, gli elementi da considerare sono il periodo di permanenza della lettiera nel ricovero durante 1 ciclo, la durata dell'eventuale

periodo di accumulo a piè di campo della lettiera asportata dai ricoveri, la presenza o meno di una copertura durante l'accumulo in campo. Oltre agli elementi di cui sopra vanno considerati:

1. volumi di effluenti ceduti a terzi all'interno del piano di utilizzazione agronomica aziendale e con accumulo in campo; in generale vale il principio per cui le emissioni di ammoniaca generate in appezzamenti di altre aziende utilizzati per la distribuzione dei propri effluenti all'interno del proprio piano di utilizzazione devono essere conteggiati come se si fossero generate sugli appezzamenti di proprietà;
2. volumi di effluenti ceduti a terzi al di fuori del piano di utilizzazione agronomica aziendale; in questo caso le emissioni che si generano dopo la cessione sono di pertinenza dell'insediamento produttivo che li ritira;
3. volumi di lettiera compostata in concimaia da sola o in miscela con altre matrici: le emissioni generate dopo l'eventuale cessione a terzi, al di fuori del proprio piano di utilizzazione agronomica, sono di pertinenza dell'insediamento produttivo che ritira il materiale;
4. volumi di lettiera inviata all'industria per la trasformazione (produzione di concimi organici o organo minerali, lettiere per orticoltura, combustione...): in questo caso le emissioni che si generano dopo la cessione sono di pertinenza dell'insediamento produttivo che li ritira.

Nel caso delle **polline predisidratate**, tipiche degli insediamenti produttivi di ovaiole, gli elementi da considerare nel calcolo delle emissioni sono la durata dello stoccaggio e la presenza o meno di una copertura. Oltre agli elementi di cui sopra vanno presi in considerazione:

1. volumi di pollina disidratata ceduti a terzi all'interno del piano di utilizzazione agronomica aziendale e con accumulo in campo; in generale vale il principio per cui le emissioni di ammoniaca generate in appezzamenti di altre aziende utilizzati per la distribuzione dei propri effluenti all'interno del proprio piano di utilizzazione devono essere conteggiati come se si fossero generate sugli appezzamenti di proprietà;
2. volumi di pollina disidratata e compostata, da sola o in miscela con altre matrici; le emissioni generate dopo l'eventuale cessione a terzi, al di fuori del proprio piano di utilizzazione agronomica, sono di pertinenza dell'insediamento produttivo che ritira il materiale;
3. volumi inviati all'industria per la trasformazione: in questo caso le emissioni che si generano dopo la cessione sono di pertinenza dell'insediamento produttivo che li ritira.

Le deiezioni liquide, in generale, sono tutte stoccate all'interno dei ricoveri al di sotto delle gabbie o in vasche di stoccaggio a pareti verticali esterne.
Partendo dalle diverse modalità di gestione adottate nell'insediamento produttivo verranno determinate le emissioni di ammoniaca (**$NH_{3_Stoccaggio}$**) e metano (**$CH_{4_Stoccaggio}$**) da questa fase.
La tabella succcessiva illustra un esempio di rapporto di compilazione, in cui vengono riportate le diverse modalità di gestione durante lo stoccaggio o l'eventuale trattamento delle deiezioni avicole.

Esempio di report di classificazione delle sorgenti emissive dalla fase dalla stoccaggio e trattamento delle deiezioni avicole					
Tecnica gestionale	Percentuale o quantità del volume prodotto	Percentuale o quantità gestita con copertura	Percentuale o quantità ceduta a terzi al di fuori del piano di spandimento	Emissione	
				Ammoniaca	Metano
	[%] o [t/a]	[%] o [t/a]	[%] o [t/a]	[t/a]	[t/a]
Stoccaggio temporaneo deiezioni in azienda su platea o in campo					
Cessione a terzi all'interno del piano di spandimento con accumulo in campo					
Compostaggio in azienda					
Cessione all'industria dei fertilizzanti					
Totale					

Emissioni dallo spandimento

Nel determinare le emissioni di ammoniaca dalla fase di distribuzione (**$NH_{3_Distribuzione}$**) in campo dovranno essere tenute in considerazione le modalità di gestione seguite nella fase precedente.

La tabella seguente, identica a quella predisposta per l'allevamento suinicolo, illustra un esempio di report di compilazione, in cui sono previste le informazioni descrittive minime che devono essere indicate e la quantificazione finale delle emissioni.

Esempio di rapporto di classificazione delle sorgenti emissive dalla fase dalla distribuzione in campo			
Tipologia di effluente	Quantità di effluente	Modalità di distribuzione	Emissioni
			Ammoniaca
	[Codice]	[codice]	[t/a]
Totale			

Nella tabella che segue è riportato un elenco delle tecniche di distribuzione in campo degli effluenti liquidi più diffuse.

Lista delle tecniche di distribuzione in campo dei liquami avicoli	
Codice di riferimento	**Descrizione delle tecniche di distribuzione in campo**
1	Distribuzione a largo raggio (gettone irrigatore o piatto deviatore)
2	Distribuzione superficiale a bande rasoterra
3	Iniezione superficiale con solco chiuso
4	Iniezione superficiale con solco aperto
5	Iniezione profonda

Riepilogo emissioni allevamenti avicoli

L'emissione totale di ammoniaca e metano dall'insediamento suinicolo viene ottenuta dalla somma di tutte le emissioni precedentemente determinate per le singole fasi emissive:

$$NH_{3_Tot}=NH_{3_Ricoveri}+NH_{3_Trattamenti}+NH_{3_Stoccaggio}+NH_{3_Distribuzione} \quad [t/a]$$

$$CH_{4_Tot}=CH_{4_Ricvoeri}+CH_{4_Trattamenti}+CH_{4_Stoccaggio}+CH_{4_Distribuzione} \quad [t/a]$$

Emissioni nelle acque superficiali

Fonti di emissione di questo tipo negli allevamenti possono essere le seguenti:

- ricoveri zootecnici;
- locali di prima lavorazione dei prodotti animali: es. selezione e confezionamento uova, spaccio aziendale, macello aziendale, lavorazione carni;
- locali di abitazione civile e di servizio per il personale aziendale;
- contenitori di stoccaggio;
- accumuli di letami e materiali assimilati come depositi temporanei in pieno campo;
- attività di spandimento.

I tipi di emissioni che possono raggiungere i corpi recettori acqua e/o suolo sono i seguenti:

a) effluenti di allevamenti, vale a dire liquami, letami e materiali ad essi assimilati così come definiti dal Decreto interministeriale in fase di concertazione ai sensi dell'art. 38 del D. Lgsl 152/99 che stabilisce i criteri e le norme tecniche per la disciplina regionale sulla utilizzazione agronomica;
b) acque reflue così come definite da art. 28 comma 7 a,b e c del D. Lgsl 152/99;
c) acque reflue domestiche provenienti da abitazione e da servizi;
d) acque bianche provenienti da tetti e tettoie, acque di prima pioggia provenienti da aree non connesse all'allevamento così come definite dal Tit. III, Capo III del D. Lgsl 152/99.

Nell'analisi delle emissioni è buona pratica indicare quali di queste emissioni vengono prodotte e descrivere di ciascuna i volumi prodotti giornalmente. Per quanto riguarda le tipologie a, b, c, è buona pratica specificare se tali emissioni vengono utilizzate agronomicamente oppure scaricate direttamente in acque superficiali o sversate in fognatura o sversate sul suolo previo trattamento depurativo.

Nel caso di utilizzazione agronomica, le misure adottate per prevenire o ridurre emissioni inquinanti dalle varie fonti verso il suolo o i corpi idrici recettori sono descritte nel Piano di Utilizzazione Agronomica (PUA) che l'azienda deve obbligatoriamente presentare ai sensi del pertinente decreto interministeriale in fase di concertazione ai sensi dell'art. 38 del D. Lgsl 152/99.

Nel caso di scarico diretto in acque superficiali o in fognatura o sul suolo previa depurazione, è buona pratica descrivere la tipologia impiantistica e le specifiche tecniche della linea di trattamento depurativo utilizzata così come è opportuno monitorare e riportare all'autorità competente (anche in sede eventuale di richiesta di autorizzazione):

- il volume di effluente e/o di acque reflue e/o di acque reflue domestiche provenienti da abitazione e da servizi avviate al trattamento depurativo;
- i carichi di BOD5, COD, Nt, Pt, ed eventuali metalli pesanti sversati annualmente nel corpo recettore;
- il volume di fanghi primari e di fanghi attivi di supero prodotti ed il quantitativo avviato allo spandimento agronomico ai sensi del D. Lgsl 99/91 o ad altre forme di smaltimento.

Per quanto riguarda la tipologia d, acque bianche provenienti da tetti e tettoie, acque di prima pioggia provenienti da aree non connesse all'allevamento, in quanto non utilizzabili ai fini agronomici, tali acque sono assoggettate al DLgsl 152/99 per quanto riguarda lo scarico in acque superficiali o in rete fognaria, e al Decreto Legislativo 22/97 per quanto riguarda il trasporto.

K. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Le informazioni contenute in questo documento sono da intendere come un riferimento per la determinazione delle MTD nei singoli casi specifici. Le tecniche che vengono presentate e i livelli di emissione e di consumi energetici e materiali ad esse associati dovrebbero essere considerate come un'indicazione generale e una sorta di base tecnica da consultare nel momento del rilascio di un'Autorizzazione Integrata Ambientale basata sulle MTD. La determinazione di appropriate condizioni da prescrivere nel rilascio dall'AIA dovrebbe tener conto, infatti, di fattori locali e specifici del sito, come le caratteristiche tecniche dell'allevamento interessato, la sua localizzazione geografica e le specifiche condizioni ambientali. Nel caso di allevamenti esistenti, inoltre, si dovrebbe prendere in considerazione la fattibilità tecnico/economica dell'introduzione di una tecnica indicata in questa guida come MTD, ricordando che è definita come tale solo in senso generale. Le tecniche e i livelli di performance ambientale indicati non sono perciò necessariamente da considerare appropriati per tutti i tipi di impianti, anche se possono essere ritenuti validi per un'ampia casistica.

Un'altra precisazione importante riguarda i livelli di performance ambientali e/o di consumi energetici che vengono associati alle varie tecniche illustrate in questo documento. Questi vanno intesi come livelli che ci si può aspettare di raggiungere in un determinato periodo di tempo e in determinate condizioni operative e strutturali dell'allevamento, ma non sono da intendere in nessun caso come valori limite di emissione o di consumo.
Il documento sottolinea inoltre la necessità, nell'adozione delle MTD in allevamento, di attenersi alle seguenti regole:

- una volta adottata una tecnica classificabile come MTD, perché tale tecnica sia veramente tale è necessario che sia gestita nella maniera più corretta in modo che il beneficio ambientale non venga a diminuire o a interrompersi nel tempo;
- il concetto di MTD va applicato a tutta la catena di gestione delle deiezioni animali, onde evitare che il beneficio ambientale di una misura presa all'inizio venga cancellato da una gestione a valle a bassa efficacia ambientale;
- il concetto di MTD in un allevamento implica sempre il rispetto di buone pratiche agricole, da applicare assieme alle MTD e da adottare per la nutrizione degli animali, per i ricoveri, per i trattamenti degli effluenti, per gli stoccaggi e per lo spandimento agronomico.

Ambito di applicazione

Soglie in termini di posti

Per decidere se un allevamento rientra o meno in ambito IPPC si prende a riferimento il numero di posti, da considerarsi come il numero di posti di progetto (potenzialità massima di stabulazione).

Il numero massimo potenziale di animali allevabili può essere determinato sulla base del numero di posti nel caso di gabbie o poste singole (es. box per verri, gabbie parto) oppure della superficie utile di allevamento (SUA) nel caso di animali allevati in box multipli o di animali liberi di muoversi nei ricoveri (es. broilers, tacchini, suini all'ingrasso…).
Per il calcolo della SUA si dovranno considerare le superfici di calpestio; sono pertanto da escludere le corsie di alimentazione o di servizio, le eventuali zone di stazionamento temporaneo (zona quarantena, infermeria, corsie esterne di defecazione di larghezza inferiore a m. 1,5 i box stabilmente non utilizzati, i muri interni ed esterni); per le ovaiole in gabbia, si farà riferimento alla superficie delle gabbie
Per determinare il numero massimo di animali allevabili, si potrà dividere la SUA presente per ciascuna classe dimensionale per la Superficie Utile di Stabulazione (SUS) prevista per quella determinata classe. Per le SUS, nel caso dei suini, si potrà fare riferimento ai parametri indicati dalla normativa sul benessere degli animali.

Si ricorda qui che il Decreto 372/99[5] indica quali soglie :

- 40.000 posti pollame
- 2000 posti suini da produzione (di oltre 30 kg), o
- 750 posti scrofe.

Si può osservare che, nella categoria IPPC 6.6 si possono trovare tipologie di allevamento con valori di peso vivo, corrispondenti ai 2000 e ai 40.000 capi presenti rispettivamente per i suini e per gli avicoli, anche molto diversi.

Lasciando da parte qualsiasi ipotesi di interpretazione delle soglie, per la quale è necessario caso mai interpellare l'autorità competente per l'AIA nel territorio dell'allevamento, negli esempi che seguono si cerca di evidenziare l'ampiezza delle possibili differenze.

Allevamento suinicolo: tipologia accrescimento/ingrasso

Si riporta nella tabella seguente il peso vivo corrispondente a 2000 posti per suini di più di 30 kg per diverse tipologie di accrescimento e ingrasso. Si considerano le tipologie più comuni, vale a dire:

- accrescimento/ingrasso in tre fasi, con stabulazione in box diversi per ciascuna fase , per la produzione di suino pesante da salumificio (160 kg di peso vivo finale). Il peso vivo corrispondente a 2000 posti è, con le ipotesi di accrescimento giornaliero riportate in calce alla tabella, di 187 t;
- accrescimento/ingrasso in una sola fase, con stabulazione sempre nello stesso box dall'inizio (30 kg di peso vivo) alla fine (160 kg di peso vivo). Il peso vivo corrispondente a 2000 posti è di circa 190 t;
- solo accrescimento (magronaggio) con stabulazione sempre nello stesso box dall'inizio (30 kg di peso vivo) a fine accrescimento (85 kg di peso vivo). Si tratta di

[5] Di recente sostituito dal decreto legislativo 18 febbraio 2005, n.59 - Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento. (GU n. 93 del 22-4-2005- Suppl. Ordinario n.72) che non ha modificato le soglie.

una tipologia non molto frequente, in cui il peso vivo corrispondente a 2000 posti è di 110-120 t;

- accrescimento/ingrasso in una sola fase, come avviene di solito, con stabulazione sempre nello stesso box dall'inizio (30 kg di peso vivo) alla fine (110 kg di peso vivo) per la produzione di suino leggero da macelleria. Il peso vivo corrispondente a 2000 posti è di circa 140 t;

Peso vivo corrispondente a 2000 posti suino per diverse tipologie di accrescimento/ ingrasso.				
Tipologia	Classi di peso (kg)	n. capi presenti (1)	peso medio (kg/capo)	peso vivo (t)
accrescimento/ingrasso (3 fasi) (suino pesante)	31-50 51-85 86-160	380 490 1130 2000 in tot.	40 68 123 93	15 33 139 187 in tot.
accrescimento/ingrasso (1 fase) (suino pesante)	31-160	2000	95	190
solo accrescimento (magronaggio)	31-85	2000	58	116
accrescimento/ingrasso (suino leggero)	31-110	2000	70	140

(1) Si assume che il n° di capi presenti sia uguale al n° di posti e che gli incrementi ponderali per ciascuna delle 3 fasi di accrescimento/ingrasso siano:

- 30 - 50 kg : 550 g/die;
- 50 - 85 kg : 750 g/die;
- 85 - 160 kg : 700 g/die.

Come si può vedere dalla tabella, il peso vivo presente, quando si portano gli animali da 30 al peso finale di 160 kg è, sia nel caso delle tre fasi, sia nel caso dell'unica fase del tutto comparabile (intorno alle 190 t di peso vivo).
Nel caso invece di animali allevati per la sola fase di magronaggio o per il peso finale di 110 kg, il peso vivo corrispondente a 2000 posti è notevolmente inferiore a quello che si ha con il suino di peso finale pari a 160 kg.

Allevamento suinicolo: tipologia ciclo aperto

La soglia indicata nella Direttiva IPPC è costituita da 750 scrofe in ciclo. Considerando il corredo di suinetti in lattazione e svezzamento fino a 30 kg, di scrofette e di verri, si può calcolare un peso vivo per scrofa di 260 kg (Paver, 2001). Pertanto il peso vivo corrispondente a 750 scrofe in ciclo sarà di 195 t, valore molto vicino, come si può vedere, a quello di 190 t corrispondente a 2000 capi in accrescimento/ingrasso fino a 160 kg.

Allevamento suinicolo: tipologia ciclo chiuso

Nella tabella seguente si riportano i valori di peso vivo che si riscontrano in un allevamento a ciclo chiuso per la produzione di suino pesante, quando nel comparto accrescimento/ingrasso si raggiungano i 2000 posti. In questa tipologia di allevamento l'accrescimento/ingrasso viene praticato normalmente in tre fasi, per cui il caso dell'unica fase (30-160 kg) non è stato considerato.

Allevamento a ciclo chiuso con produzione di suino pesante (160 kg): peso vivo risultante quando si assume come soglia 2000 posti suino all'ingrasso.				
Categoria	Classi di peso (kg)	n. capi presenti [1]	peso medio (kg/capo) [2]	peso vivo (t)
scrofe in ciclo	-	190 [3]	260	49
accrescimento/ingrasso	31-50	380	40	15
3 fasi	51-85	490	68	33
(suino pesante)	86-160	1130	123	139
		2000 in tot.		187
			TOTALE	236

[1] Si assume che il numero di capi presenti per le scrofe in ciclo sia inferiore al n. di posti di circa il 5% essendo praticato il vuoto sanitario nelle sale parto. Si assume invece che il n. di capi presenti per l'accrescimento/ingrasso sia uguale al n. di posti e che gli incrementi ponderali per ciascuna delle 3 fasi di accrescimento/ingrasso siano:

- 30 - 50 kg : 550 g/die;
- 50 - 85 kg : 750 g/die;
- 85 - 160 kg : 700 g/die.

[2] Peso scrofa più peso del corredo suinetti fino a 30 kg, scrofette e verri.
[3] Si ipotizzano 20,5 suinetti svezzati/scrofa · anno.

Il numero di scrofe necessario a mantenere i 2000 capi presenti è di 190. Ciò fa si che il peso vivo complessivo, includendo anche le 190 scrofe con suinetti fino a 30 kg, scrofette e verri, arrivi a 236 t.
Questo valore è molto al di sopra delle 190 t corrispondenti a 2000 capi in accrescimento ingrasso a parità di peso vivo finale (160 kg).

Nella tabella successiva, si riportano i numeri di capi, di scrofe e di animali in accrescimento/ingrasso, che si riscontrano in un allevamento a ciclo chiuso per la produzione di suino pesante, quando il peso vivo complessivo corrisponda a quello di 750 scrofe, valore soglia IPPC per il ciclo aperto.

Allevamenti a ciclo chiuso con produzione di suino pesante (160 kg): n° capi risultante quando si assume come soglia il peso vivo corrispondente a quello di 750 scrofe ciclo aperto (195 t).				
Categoria	Classi di peso (kg)	n. capi presenti [1]	peso medio (kg/capo) [2]	peso vivo (t)
Scrofe in ciclo	-	157 [3]	260	41
accrescimento/ingrasso	31 - 50	300	40	12

3 fasi (suino pesante)	51 - 85 86 - 160	412 927 1639 in tot.	68 123	28 114 154
			TOTALE	195

(1) Si assume che il numero di capi presenti per le scrofe in ciclo sia inferiore al n. di posti di circa il 5% essendo praticato il vuoto sanitario nelle sale parto. Si assume invece che il n. di capi presenti per l'accrescimento/ingrasso sia uguale al n. di posti e che gli incrementi ponderali per ciascuna delle 3 fasi di accrescimento/ingrasso siano:

- 30 - 50 kg : 550 g/die;
- 50 - 85 kg : 750 g/die;
- 85 - 160 kg : 700 g/die.

(2) Peso scrofa più peso del corredo suinetti fino a 30 kg, scrofette e verri.
(3) Si ipotizzano 20,5 suinetti svezzati/scrofa · anno.

Come si può vedere il numero di scrofe è un po' meno di 160, mentre quello dei capi in accrescimento/ingrasso è poco più di 1600.

Allevamento suinicolo: tipologia ciclo semi-chiuso

E' il caso abbastanza frequente di allevamenti a riproduzione ove i suinetti prodotti vengono in parte ingrassati fino al peso vivo finale di 160 kg, mentre per altra parte vengono venduti al peso di 25-30 kg, o anche più elevato.

Allevamento avicolo

Per quanto riguarda l'avicolo, sembra corretto considerare come equivalenti i pesi vivi di ovaiole e broilers, considerando che il peso vivo medio di questi ultimi si è andato innalzando in questi ultimi anni ben oltre il valore di 1 kg a seguito di precise richieste dei consumatori per una maggiore maturità delle carni. Discorso analogo vale per le faraone.
Per quanto riguarda i tacchini invece il peso vivo medio/capo è generalmente più elevato rispetto a broilers, ovaiole e faraone, mentre è notevolmente più basso quello di avicoli di piccola taglia come pollastre, quaglie, ecc.
Si riporta, nella tabella seguente, il peso vivo corrispondente a 40000 posti per avicoli di differenti categorie.

Categoria avicola	**Peso medio di un capo durante un ciclo (kg/capo)**	**Peso vivo corrispondente a 40.000 posti (t)**
Galline ovaiole	1,8	72
Pollastre	0,7	28
Polli broilers	1,7	68
Faraone	1,0	40
Tacchini Maschi	9,0	360
Tacchini femmine	4,0	160

Misure previste per controllare le emissioni nell'ambiente

Controllo delle emissioni in atmosfera

Tra i criteri di adozione delle MTD illustrate in questo documento è raccomandabile anche quello dell'obiettivo della riduzione delle emissioni nell'ambiente
Nella domanda di autorizzazione integrata ambientale sarà opportuno indicare di quanto si intende ridurre le attuali emissioni di NH_3 e CH_4 in atmosfera e le misure che si intendono prendere per conseguire tale risultato. Le misure potranno consistere in tecniche scelte tra quelle elencate nell'apposita lista di MTD riportata nel capitolo H delle presenti Linee Guida.

Per la determinazione dei valori di emissione in atmosfera conseguiti con le nuove misure adottate potrà essere utilizzato lo schema di calcolo riportato nel capitolo I di questo documento, ovvero un apposito modello di calcolo. Ciò permette infatti di calcolare le quantità di ammoniaca e metano emesse dagli insediamenti zootecnici, introducendo nuove tecniche di gestione degli effluenti in sostituzione di quelle attualmente adottate. Tenendo d'occhio quindi l'efficacia delle tecniche nel determinare le riduzioni nelle emissioni e i costi relativi, il richiedente viene messo nella condizione di pianificare consapevolmente gli interventi più idonei allo scopo.

Dal momento che si può anche ricorrere alle tecniche nutrizionali al fine di ridurre l'azoto nelle deiezioni, sarà buona pratica indicare quali delle seguenti tecniche nutrizionali si intende introdurre in allevamento:

- alimentazione per fasi;
- alimentazione a ridotto tenore proteico e integrazione con aminoacidi di sintesi

e si potrà indicare il valore di azoto escreto per capo (o t di peso vivo) e per anno che viene ottenuto.
Questo nuovo valore dell'azoto escreto potrà essere utilizzato, al posto del valore standard, nel proprio schema di calcolo (o nel modello di calcolo adottato) per determinare l'entità della emissione di ammoniaca in atmosfera quale risulta alla fine o dall'applicazione delle tecniche di gestione degli effluenti già in uso in allevamento o dall'applicazione di nuove tecniche.

Controllo delle emissioni nelle acque

Nel caso si intenda installare una linea di trattamento finalizzata allo scarico di effluenti e/o acque reflue in acque superficiali, sul suolo o in fognatura o sostituirne una già in adozione, sarà opportuno valutare la tipologia impiantistica e le specifiche tecniche che consentono di rispettare o migliorare i valori limite di emissione previsti dalla normativa e quelli che saranno fissati dall'autorità competente.

Nel caso si intenda ricorrere alle tecniche nutrizionali, al fine di ridurre il fosforo e i metalli pesanti negli effluenti, si potrà valutare quali delle seguenti tecniche nutrizionali si intende introdurre in allevamento:

- alimentazione a ridotto tenore di fosforo con addizione di fitasi,
- integrazione della dieta con fosforo inorganico altamente digeribile;
- integrazione della dieta con altri additivi alimentari;
- riduzione del rame e dello zinco nel mangime somministrato.

L. GLOSSARIO

Definizioni

accumuli di letami depositi temporanei di letami idonei all'impiego, effettuati in prossimità e/o sui terreni destinati all'utilizzazione, così come previsto dall'art. 7, comma 5 del presente decreto;

consistenza dell'allevamento il numero di capi mediamente presenti che l'allevatore dichiara di allevare;

destinatario il soggetto che riceve gli effluenti sui terreni che detiene a titolo d'uso per l'utilizzazione agronomica;

effluenti di allevamento palabili/non palabili stallatico in grado/non in grado, se disposto in cumulo su platea, di mantenere la forma geometrica ad esso conferita;

fertirrigazione l'applicazione al terreno effettuata mediante l'abbinamento dell'adacquamento con la fertilizzazione, attraverso l'addizione controllata alle acque irrigue di quote di liquame;

fessurato pavimento in cemento dotato di fessure di diversa ampiezza per lo scarico delle feci e delle urine in una fossa di raccolta sottostante. Il rapporto degli spazi vuoti sul totale della superficie può arrivare al 20%;

grigliato pavimento costituito da elementi in metallo o in plastica con fessure o fori di diversa ampiezza per lo scarico delle feci e delle urine in una fossa di raccolta sottostante. Il rapporto degli spazi vuoti sul totale della superficie può arrivare al 45%;

letami effluenti di allevamento palabili costituiti dalla miscela di stallatico , perdite di abbeverata, residui alimentari e materiali lignocellulosici, provenienti da allevamenti che impiegano la lettiera; sono assimilati ai letami, se provenienti dall'attività di allevamento:

1. le lettiere esauste di allevamenti avicunicoli;
2. le deiezioni di avicunicoli rese palabili da processi di disidratazione che hanno luogo sia all'interno, sia all'esterno dei ricoveri;
3. le frazioni palabili, da destinare all'utilizzazione agronomica, risultanti da trattamento di effluenti zootecnici;
4. i letami, i liquami e/o i materiali ad essi assimilati, sottoposti a trattamento di compostaggio.

liquami effluenti di allevamento non palabili, costituiti da miscele di stallatico residui alimentari, perdite di abbeverata, acque di veicolazione delle deiezioni; sono assimilati ai liquami, se provenienti dall'attività di allevamento:

1. i liquidi di sgrondo di materiali palabili in fase di stoccaggio;
2. i liquidi di sgrondo di accumuli di letame;

3. le deiezioni di avicoli e cunicoli non mescolate a lettiera;
4. le frazioni non palabili, da destinare all'utilizzazione agronomica, derivanti dal trattamento di effluenti zootecnici;
5. le acque di lavaggio di strutture, attrezzature ed impianti zootecnici;
6. i liquidi di sgrondo dei foraggi insilati;

stallatico ai sensi del Regolamento CE 1774/2002 e sue modificazioni, gli escrementi e/o l'urina di animali di allevamento, con o senza lettiera, (o il guano, non trattati o trattati);

stoccaggio deposito di effluenti di cui agli articoli 7, art. 8 e delle acque reflue provenienti dalle aziende di cui all'art. 28, comma 7, lettere a), b) e c) del decreto legislativo 152/99 e da altre piccole aziende agroalimentari ad esse assimilate, così come previsto dagli artt. 14 e 15 del presente decreto;

trattamento qualsiasi operazione, compreso lo stoccaggio, atta a modificare le caratteristiche degli effluenti di allevamento, al fine di migliorare la loro utilizzazione agronomica e di ridurre i rischi igienico-sanitari;

L2 Abbreviazioni ed acronimi

AIA	Autorizzazione Integrata Ambientale
BAT	Best Available Techniques
BOD	Domanda Biochimica di Ossigeno; è la misura della quantità di ossigeno consumata dai processi biologici
BOD_5	Domanda Biochimica di Ossigeno; è la misura della quantità di ossigeno consumata dai processi biologici in 5 giorni
BRef	BAT Reference Document
EPA	Environmental Protection Agency
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
MTD	Migliori Tecniche Disponibili
Nt	Azoto totale
$N\text{-}NH_3$	Azoto ammoniacale espresso come azoto
Pt	Fosforo totale
SUA	Superficie Utile di Allevamento
SUS	Superficie Utile di Stabulazione

M. BIBLIOGRAFIA

Autorità di Bacino del Fiume Po, 2001. Progetto di Piano Stralcio per il controllo dell'eutrofizzazione.

Breeunwsmna A., Silva S., 1993. Phosphorus fertilisation and Environmental effects in the Netherland and Italy. Proceedings of European Conference Mantua – Italy 1990-1993.

Eklund B., LaCosse J., 1998. *Field Measurement of Greenhouse Gas Emission Rates and Development of Emission Factors for Wastewater Treatment.* Project Summary, EPA, January 1998.

ENEA (*incarico AMB-AMM-CON-5579/96*) (1997)- Inventario per l'Italia delle emissioni di gas serra e di composti acidificanti in atmosfera derivanti dalle attività agricole – A cura di CRPA SpA.

Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (2000) - Aggiornamento dell'inventario delle emissioni in atmosfera di ammoniaca, metano e protossido di azoto dal comparto agricolo- A cura di CRPA SpA

IPCC/OECD/IEA (1997) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Reference Manual

EMEP/CORINAIR - Emission Inventories Guidebook (2002), 3rd edition, 2002 update, Technical report N° 30, http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR3/en

EPA, 1994. *Developement and Selection of Ammonia Emission Factors. Final Report.* EPA, August 1994.

CRPA, 2003 – Allevamenti a basso impatto ambientale – Le Migliori Tecniche Disponibili per gli allevamenti avicoli e suinicoli intensivi. L'Informatore Agrario Edizioni, pp. 89.

CNR/MURST, 2000 – Riciclo dei Reflui del Sistema Agricolo-Industriale – Programma esecutivo e primi risultati.

CNR/MIUR, 2003 – Giornate conclusive di presentazione del Progetto "Riciclo dei Reflui del Sistema Agricolo-Industriale".

I Georgofili, 2002 – Atti della giornata di studio su "La gestione dei reflui zootecnici fra problemi aziendali e territoriali". Società Editrice Fiorentina, Firenze.

BREF, 2002 - IPPC, Reference Document on Best Available Techniques (BREF) for Intensive Rearing of Poultry and Pigs – European Commission, European IPPC Bureau-Seville (SP) - Sito Web: http://eippcb.jrc.es.

CEFIC, 2002 - Highly digestible inorganic feed phosphate - Contribution to BREF.

Cortellini L.; Fabbri C.; Valli L., 2000 – Ammonia and greenhouse gas emission from animal husbandry. A national inventory for Italy – in Biogenic Emissions of greenhouse gases caused by arable and animal agriculture, Proceedings of the Conference 13-15 October 1999, Stuttgart (G), edited by A. Freibauer and M. Kaltshmitt.

CRPA, 1999 – Italian Contribution to BATs Reference Document (BREF) (draft June 1999). Reggio Emilia, Italy.

CRPA, 2001 - Liquami zootecnici - Manuale per l'utilizzazione agronomica. Edizioni L'informatore agrario, 320 pp.

DAAC, 2000 – Danish BAT notes concerning intensive pig production, Danish Agricultural and Advisory Centre for The National Forest and Nature Agency, Denmark.

Denmark, 2000 - Danish BAT notes concerning intensive pig production – Contribution to BREF 2002.

Di.Re.Zo., 2000 - Distribuzione reflui zootecnici - Regione Lombardia – Agricoltura.

FEFANA, 2001 - "FEFANA Aminoacid Working Party"- Input to BREF document- Comment to 1st draft of BREF.

FEFANA, 2002 - Addition of specific feed additives - Contribution to BREF document 2002.

Groenestein C.M.; Oesthoek S.; Montsma H.; Reitsma B., 1992 – in: Proceedings workshop deep litter system for pig farming, Research Institute for pig Husbandry, Rosmalen: 51-56.

Hendriks H.J.M.; v. d. Weerdhof A.M., 1999 – Dutch notes on BAT for pig and poultry intensive livestock farms. Ede, National Reference Centre Agriculture.

IGER, 2002 – Treatment of livestock wastes trough the use of additives CSG 15 (rev. 12/99).

IMAG-DLO, 2001 - Nurtringer System, 2001-09. Contribution to BREF, 2002.

MAFF, 1998 – Speading system for slurries and solid manures – Booklet 3.

Mordenti A., Scipioni R., 1983. Alimentazione giusta per produrre meglio. L'Informatore Zootecnico 30 (8): 67-71.

Muck R.E.; Steenhuis T.S., 1982 – Nitrogen losses from manure storages. Agricultural Wastes 4: 41-54.

Netherlands (The), 1999 - Dutch Notes on BAT for pig and poultry intensive livestock farms. Contribution to BREF, 2002.

Netherlands (The), 2000 - Technical description of systems for the housing of different poultry species – Report prepared for the exchange of information on BAT.

Paver - Sistema PN per la costruzione dei ricoveri suinicoli - edizione 2001

Piva G.; Mordenti A., 1990 - Contributo sperimentale alla riduzione del potere inquinante delle deiezioni suine: l'azoto - L'Informatore Agrario, 51 (16): 31-34.

Sequi P., Voorburg J.M., 1993. Environment, Agriculture, Stock farming: the basic problem. Proceedings of European Conference Mantua – Italy 1990-1993.

UN-ECE, 1999 – Control techniques for preventing and abating emissions of ammonia. Executive Body for the convention on long-range trasboundary air pollution. EB.AIR/WG.5/1999/8/Rev. 1.

UN-ECE, 2000- Framework Advisory Code of Good Agricultural Practice for reducing ammonia emissions- Proceedings of Ammonia Expert Group Meeting- Bern, 18-20 September 2000.

Valli L.; Fabbri C.; Bonazzi G., 2000 – A national inventory of ammonia and greenhouse gas emissions from agriculture in Italy. UN-ECE Meeting, Bern, September 2000.

VITO, 1998 – Beste beschikbare techniechen vor het be – en verwerken van dierlijke mest, 90–382–0163–3. Riassunto in lingua inglese.

07A04478

DECRETO 29 gennaio 2007.

Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, in materia di fabbricazione di vetro, fritte vetrose e prodotti ceramici, per le attività elencate nell'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59.

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

E

IL MINISTRO DELLA SALUTE

Visto il decreto legislativo 18 gennaio 2005, n. 59 recante «Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento» e in particolare l'art. 4, comma 1 che prevede l'emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, nonché che l'autorizzazione integrata ambientale sia rilasciata, tra l'altro, nel rispetto delle linee guida medesime e l'art. 4, comma 2, che prevede che, fino all'istituzione di una nuova commissione integrata secondo le disposizioni dello stesso comma, operi la commissione istituita con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio del 19 novembre 2002 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana n. 302 del 27 dicembre 2002) ai sensi dell'art. 3, comma 2 del decreto legislativo n. 372/1999;

Acquisiti gli elaborati tecnici riportati in allegato al presente decreto, predisposti dalla commissione istituita con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio del 19 novembre 2002 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* Repubblica italiana n. 302 del 27 dicembre 2002) ai sensi dell'art. 3, comma 2 del decreto legislativo n. 372/1999;

Sentita la Conferenza unificata istituita ai sensi del decreto legislativo 25 agosto 1997, n. 281 nella seduta del 5 ottobre 2006;

Decreta:

Art. 1.

Emanazione delle linee guida per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili

1. Ai sensi dell'art. 4, comma 1 e 2 decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, sono emanate linee guida recanti i criteri specifici per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, per gli impianti esistenti che esercitano le attività rientranti nelle categorie descritte ai seguenti punti dell'allegato I del medesimo decreto:

3.3. impianti per la fabbricazione del vetro compresi quelli destinati alla produzione di fibre di vetro, con capacità di fusione di oltre 20 tonnellate al giorno;

3.4. impianti per la fusione di sostanze minerali compresi quelli desiinati alla produzione di fibre minerali, con una capacità di fusione di oltre 20 tonnellate al giorno;

3.5. impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura. in particolare tegole, mattoni, mattoni refrattari, piastrelle, gres, porcellane, con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e/o con una capacità di forno superiore a 4 m^3 e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m^3.

Tali linee guida, che costituiscono parte integrante del presente decreto, sono riportate in allegato.

2. Per criteri di tipo generale e per la definizione dei sistemi di monitoraggio, relativamente alle categorie di attività citate al comma 1, le linee guida riportate in allegato sono da considerarsi unitamente alle linee guida generali e alle linee guida in materia di sistemi di monitoraggio già emanate per le attività rientranti nelle categorie descritte ai punti 1.3, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 e 6.1 nell'allegato I del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372 con decreto del 31 gennaio 2005, pubblicato nel supplemento ordinario n. 107 alla *Gazzetta Ufficiale* 13 giugno 2005.

Art. 2.

Entrata in vigore

1. Il presente decreto entra in vigore il giorno successivo alla pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Il presente decreto sarà trasmesso agli organi di controllo per la registrazione e pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 29 gennaio 2007

Il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare
PECORARO SCANIO

Il Ministro dello sviluppo economico
BERSANI

Il Ministro della salute
TURCO

Registrato alla Corte dei conti il 30 aprile 2007
Ufficio di controllo atti Ministeri delle infrastrutture ed assetto del territorio, registro n. 4, foglio n. 154

Linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili
ex art. 3, comma 2 del decreto legislativo 372/99

Linee guida relative ad impianti esistenti per le attività rientranti nelle categorie IPPC:

3.5. Impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura, in particolare tegole, mattoni, mattoni refrattari, piastrelle, gres, porcellane, con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e/o con una capacità di forno superiore a 4 m^3 e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m^3.

INDICE

ALLEGATO

A. Scopi e obiettivi

L'Art. 3, comma 2, del D.Lgs. 372/99, recante "Attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento" – ***abrogato e sostituito dal D.Lgs. 59/05*** – ha previsto l'emanazione di Linee Guida volte alla "individuazione ed utilizzazione delle migliori tecniche disponibili per le attività elencate nell'Allegato 1 dello stesso decreto".

Ciò deve ritenersi orientato al duplice scopo di agevolare l'attività delle Amministrazioni competenti al rilascio dell'"Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.)" e di pervenire ad un quadro autorizzatorio nazionale, regionale e provinciale efficace ai fini del raggiungimento di elevati obiettivi di salvaguardia ambientale, rispettoso della situazione del tessuto industriale esistente nel nostro Paese e, al tempo stesso, in un contesto per quanto possibile omogeneo e coordinato, che eviti o comunque minimizzi distorsioni della concorrenzialità interaziendale e intersettoriale.

Il presente documento definisce le linee guida nazionali per l'individuazione e l'utilizzo delle migliori tecniche disponibili per il settore "ceramico", in coerenza e nel rispetto dei criteri generali che esplicitino e concretizzino i principi informatori della Direttiva 96/61/CE, così come recepiti dal D.Lgs. 59/05, quali:

- il principio dell'approccio integrato, quale mezzo per conseguire un'elevata protezione ambientale attraverso la riduzione integrata dell'inquinamento, nelle varie componenti ambientali (la considerazione dei "cross-media effects" costituisce un passaggio essenziale per "prevenire" l'inquinamento);
- la sostenibilità economica delle scelte tecniche conseguenti all'attuazione della Direttiva, che impone l'ottenimento da ciascun impianto della sua migliore performance ambientale senza che ciò penalizzi i livelli produttivi (i costi associati alle migliori tecniche disponibili devono essere tali da non indurre distorsioni del mercato, a salvaguardia della competitività internazionale dell'industria ceramica italiana, già fortemente penalizzata da costi energetici elevati rispetto agli altri Paesi dell'area comunitaria; nella valutazione e scelta delle migliori tecniche disponibili devono inoltre essere considerate le esigenze qualitative, quantitative e di costo del prodotto);
- la contestualizzazione ambientale ed economica al fine di tenere conto di particolari specifiche esigenze ambientali locali.

B. Impianti ceramici coperti dalla Direttiva IPPC

L'industria ceramica comprende diversi settori che differiscono per prodotti e tecniche di produzione, aventi in comune la trasformazione dell'argilla, eventualmente addizionata con materiali organici ed inorganici, attraverso operazioni di pre-lavorazione, essiccazione e cottura:

- piastrelle per pavimento e rivestimento
- laterizi (mattoni, blocchi, tegole, ecc.)
- ceramica ornamentale
- materiali refrattari
- ceramica sanitaria
- ceramica per usi tecnici
- tubi di argilla vetrificata
- argilla espansa.

Per l'industria ceramica è in corso di predisposizione il BRef comunitario, documento tecnico con validità europea riportante le BAT per i sopraelencati prodotti ceramici. Attualmente risulta disponibile – http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm – il *Second Draft* del *BRef Cermics* del giugno 2005.

In tale contesto, le presenti Linee Guida intendono fornire le necessarie informazioni per la valutazione dell'impatto ambientale dei diversi settori industriali e per l'individuazione delle migliori tecniche di produzione.

Al momento, le Linee Guida per i prodotti ceramici prendono in considerazione esclusivamente il settore di produzione delle *piastrelle per pavimento e rivestimento* e di produzione di *laterizi (mattoni, blocchi, tegole, ecc.)*.

Per le attività non considerate potranno essere adottate successivamente ulteriori Linee Guida.

Per il settore "argilla espansa" si rimanda alle Linee Guida "produzione di calce, cemento e argilla espansa".

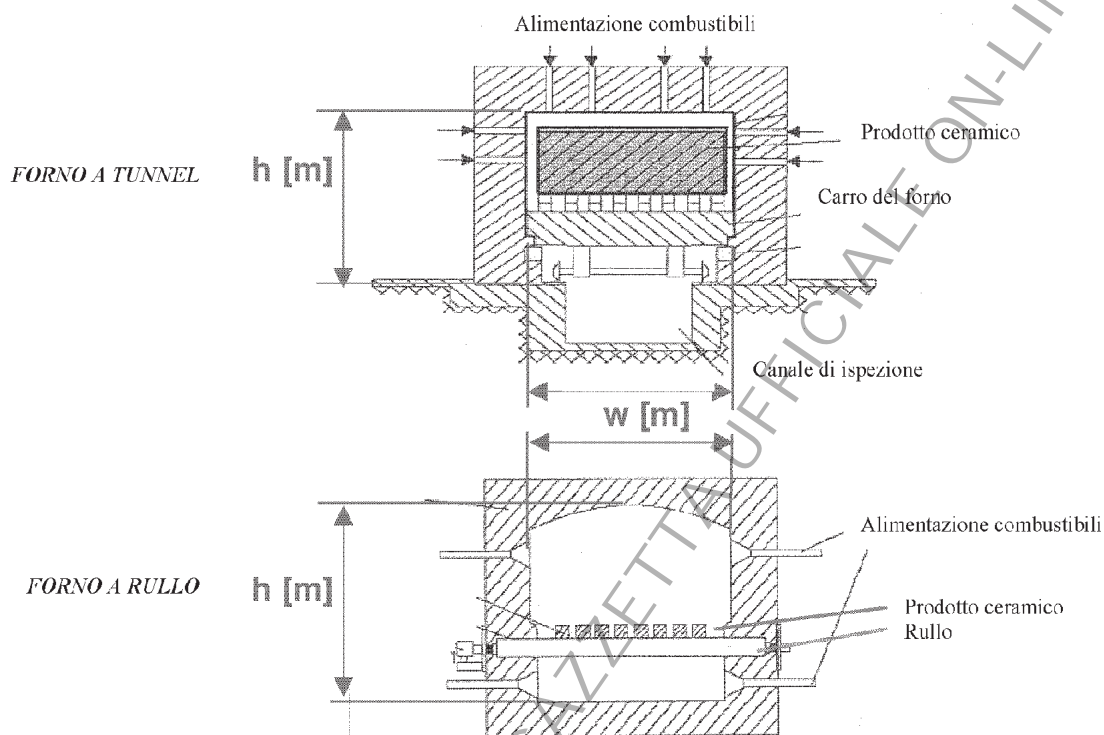
In accordo all'allegato 1 del D.Lgs. 59/05, riportante le "Categorie di attività industriali di cui all'art. 1", sono soggetti alla Direttiva IPPC i seguenti impianti ceramici:

3.5. Impianti per la fabbricazione di prodotti ceramici mediante cottura, in particolare tegole, mattoni, mattoni refrattari, piastrelle, gres, porcellane, con una capacità di produzione di oltre 75 tonnellate al giorno e/o con una capacità di forno superiore a 4 m^3 e con una densità di colata per forno superiore a 300 kg/m^3.

Laddove:

- per "*capacità di produzione*" si intende la produzione potenziale giornaliera, in t/d, valutata su 24 ore, di un impianto. Tale capacità di produzione non identifica necessariamente la produzione corrente;
- per "*capacità di forno*" si intende il volume interno totale massimo del forno , in m^3. Tale volume, V, è dato da:

  $V[m^3] = w[m] \times h[m] \times L[m]$

  dove, come illustrato nella figura seguente, w è la larghezza massima, h l'altezza massima e L la lunghezza massima del forno (nei forni continui, L è la distanza fra la sezione di ingresso e quella di uscita).

- per "*densità di colata*" si intende la densità di carica, ovvero il rapporto, in kg/m^3, fra la massima massa di materiale ceramico contenuta nel forno, espressa in kg di prodotto cotto, e il volume interno totale massimo del forno (capacità di forno) in m^3.

In tal senso, sono da considerare soggetti all'Autorizzazione Integrata Ambientale gli impianti ceramici che soddisfano almeno uno dei seguenti criteri:

A) capacità di produzione superiore a 75 tonnellate per giorno;

B) capacità di forno superiore a 4 m^3 e densità di carico superiore a 300 kg/m^3.

Qualora nello stesso impianto o sito siano operanti più attività comprese al punto 3.5 dell'allegato 1 del D.Lgs. 59/05, le capacità delle singole attività andranno sommate. Ad esempio nel caso di un forno avente la capacità di produzione di 50 tonnellate per giorno e di un secondo forno con capacità di produzione di 30 tonnellate per giorno, al sito sarà attribuita una capacità di produzione superiore a 75 tonnellate per giorno e ricadrà, quindi, nel campo di applicazione del decreto.

C. Identificazione della normativa ambientale rilevante di settore

L'autorizzazione integrata ambientale sostituisce ad ogni effetto ogni altro visto, nulla osta, parere o autorizzazione in materia ambientale, previsti dalle disposizioni di legge e dalle relative norme di attuazione. È comunque fatta salva la normativa in materia di valutazione di impatto ambientale (Direttiva n. 97/11/CE e precedenti) e rischi di incidente rilevante (Direttiva n. 96/82/CE, attuata a mezzo del D.Lgs. n. 334/1999).
La presente sezione intende fornire una breve rassegna delle vigenti disposizioni normative rilevanti per l'industria ceramica ed assorbite dall'Autorizzazione Integrata Ambientale. Ad esse vanno aggiunte le regolamentazioni di fonte regionale.

- ***Emissioni in atmosfera***

L'inquinamento atmosferico è disciplinato dal D.P.R. 24/05/88, n. 203 e dalle Linee guida del D.M. 12/07/90; è da evidenziare, però, che gli Enti Locali hanno la facoltà di stabilire, in particolari condizioni, limiti alle emissioni maggiormente restrittivi.

D.P.R. 24 maggio 1988. n. 203
Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884,84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 16/4/87, n.183.

D.P.C.M. 21 luglio 1989
Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni, ai sensi dell'art. 9 della legge 8/7/86 n. 349, per l'attuazione dell'interpretazione del DPR 24/5/88 n. 203, recante norme in materia di qualità dell'aria relativamente ad agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali (con modifiche e integrazioni).

D.M. 12 luglio 1990
Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione.

D.P.R. 25 luglio 1991
Modifiche dell'atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico, emanato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 21/7/91.

D.M. 25 agosto 2000
Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203.

D.P.C.M. 8 marzo 2002
Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione.

Direttiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 13 ottobre 2003
che istituisce un sistema per lo scambio di quote di emissioni dei gas a effetto serra nella Comunità e che modifica la direttiva 96/61/CE del Consiglio.

Industria dei laterizi

Per l'industria dei laterizi sono previsti limiti nazionali – per gli stessi inquinanti sono, generalmente, individuati a livello locale limiti più restrittivi – alle emissioni dei forni di cottura:

Ossido di zolfo	*1.500 mg/m^3*
Ossido di azoto	*1.500 mg/m^3*
Fenoli e aldeidi	*40 mg/m^3*
Polveri totali	*50 mg/m^3, per flusso di massa ≥ 0,5 kg/h*
	150 mg/m^3, per flusso di massa ≥ 0,1 kg/h e < 0,5 kg/h

Composti inorganici del cloro, espressi come acido cloridrico	*30 mg/m³, per flusso di massa ≥ 0,3 kg/h*
Fluoro e suoi composti, espressi come acido fluoridrico	*5 mg/m³, per flusso di massa ≥ 50 g/h*

I valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 18%.

Industria delle piastrelle di ceramica

Per l'industria delle piastrelle di ceramica le Linee guida nazionali prevedono, all'allegato 2, i seguenti limiti settoriali, che prevalgono su quelli generali previsti per le diverse sostanze inquinanti nell'allegato 1.

[Estratto da allegato 2 al DM 12/7/1990]
§ 9 Forni per la cottura di prodotti ceramici a base di argilla (i valori di emissione si riferiscono ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 18%)

Ossidi di zolfo	*1500 mg/m³*
Ossidi di azoto	*1500 mg/m³*
Fenoli e aldeidi	*40 mg/m³*

§ 11 Impianti per la produzione di piastrelle di ceramica

Fluoro e i suoi composti *Valore di emissione dai forni fusori, dai forni del vetrato e monocottura, dai forni del biscotto e del grès*	*10 mg/m³*
Polveri *Valori di emissione dagli essiccatoi a spruzzo (atomizzatori)*	*75 mg/m³*
Ossidi di azoto	*1500 mg/m³*

L'elevatissima concentrazione territoriale di questo settore che vede l'80% circa della produzione nazionale localizzato nel Distretto di Sassuolo (vedi *infra* D.2.), ha favorito lo sviluppo da parte della Regione Emilia-Romagna di una precoce e severa regolamentazione nel campo delle emissioni in atmosfera che ha fissato limiti di emissione inferiori a quelli indicati, motivati dalle peculiarità ambientali di quel contesto territoriale interessato dal forte raggruppamento di impianti.

- ***Scarichi idrici***

La materia relativa agli scarichi idrici è regolamentata dal D.Lgs. 11/05/99, n. 152 che, basandosi su un approccio integrato, aggiunge alle prescrizioni autorizzative la definizione di obiettivi di qualità delle acque.

D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152
Decreto legislativo recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
D.Lgs. 18 agosto 2000 n. 258
Disposizioni correttive e integrative del D.Lgs 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'art. 1, comma 4, della Legge 24 aprile 1998, n. 128.

- ***Rifiuti***

La gestione dei rifiuti è regolamentata dal D.Lgs. 22/02/97, n. 22, fondato sul principio della prevenzione nella produzione di rifiuti da attuare attraverso le operazioni di recupero e riciclaggio dei rifiuti.
In attuazione del decreto Ronchi è stato emanato il D.M. 05/02/98 per la regolamentazione del recupero dei rifiuti non pericolosi, in procedura semplificata. Sono ben 101 i rifiuti non pericolosi (33 tipologie) per i quali il DM prevede il recupero nell'industria dei laterizi. Lo stesso decreto prevede poi, alle voci 7.3 e 12.6 dell'allegato 1, le operazioni di recupero dei rifiuti tipici della produzione di piastrelle di ceramica.
In materia di gestione di particolari rifiuti esistono poi diverse norme specifiche applicabili a tutti i settori produttivi quali ad esempio quelle relative ai PCB/PCT ed agli oli esausti.

D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 e successive modifiche ed integrazioni
Attuazione delle direttive 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio.
D.M. 5 febbraio 1998
Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs. 5 feb. 1997, n.22.

Oli esausti:
D. Lgs. 27 gennaio 1992, n.95
Attuazione delle direttive 75/439/CEE e 87/101/CEE relative alla eliminazione degli oli usati.
D.M. 16 Maggio 1996, n. 392
Regolamento recante norme tecniche relative alla eliminazione degli oli usati.

PCB/PCT:
D.Lgs. 22 maggio 1999, n. 209
Attuazione direttiva 96/59/CE relativa allo smaltimento di PCB e PCT.
D.M. 11 ottobre 2001
Condizioni per l'utilizzo dei trasformatori contenenti PCB in attesa della decontaminazione o dello smaltimento.

- ***Rumore esterno***

Per gli aspetti riguardanti il rumore esterno la normativa di riferimento è rappresentata dalla legge quadro sull'inquinamento acustico – Legge 447/1995 e suoi decreti attuativi – e dal D.P.C.M. 01/03/91, in materia di emissioni sonore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
La Legge 447/95 non è immediatamente operativa in quanto subordina la sua attuazione completa ad una serie di altri provvedimenti, in attesa dei quali occorrerà rispettare un "regime transitorio" che prevede l'applicabilità delle norme contenute nel D.P.C.M. 01/03/91 e nel D.P.C.M. 14/11/97.

D.P.C.M. 1 marzo 1991
Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
Legge 26 Ottobre 1995, n. 447
Principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico. Disciplina tutte le emissioni sonore prodotte da sorgenti fisse e mobili.
D.M. 11 Dicembre 1996
Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo ubicati nelle zone diverse da quelle esclusivamente industriali o le cui attività producono i propri effetti in zone diverse da quelle esclusivamente industriali.
D.P.C.M. 14 Novembre 1997
Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore in attuazione dell'art. 3, comma 1, lett. a), L. n. 447/95.

LATERIZI
(MATTONI, BLOCCHI, TEGOLE, ECC.)

D. Ricognizione della situazione del settore, con particolare riferimento alla specificità del tessuto industriale nazionale

D.1. Dati sulla produzione

L'industria italiana del laterizio immette sul mercato numerose tipologie di prodotto, caratterizzate da prestazioni ed usi diversi.

Elementi per strutture murarie. I mattoni ed i blocchi vengono prodotti sia in laterizio normale che alleggerito in pasta, allo scopo di incrementarne le prestazioni di isolamento termico ed acustico (i laterizi alleggeriti in pasta si ottengono miscelando all'impasto dell'argilla, prima della loro formatura, materiale combustibile finemente suddiviso che, a cottura avvenuta, determina la formazione di piccolissimi vuoti all'interno della massa del laterizio).

Mattoni *(volume < 5,5 dm^3)*	Pieni *(foratura < 15 %)*
	Semipieni *(15% < foratura < 45 %)*
Blocchi *(volume > 5,5 dm^3)*	Semipieni *(15% < foratura < 45 %)*
	Forati *(foratura > 45 %)*

Elementi per murature faccia a vista, pavimentazione, arredo urbano. In relazione alle diverse tecnologie di produzione si possono classificare in estrusi (pieni o semipieni), pressati (pieni, con contenuto di umidità dell'impasto che varia dal cosiddetto "pasta molle" al secco) ed a mano (pezzi speciali quali cornici, cimase, modanature particolari). Della famiglia dei faccia a vista fanno parte anche i frangisole, elementi ad elevata percentuale di foratura utilizzati nei tamponamenti verticali "trasparenti".

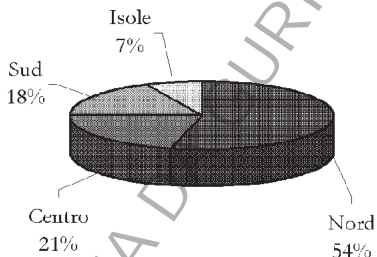
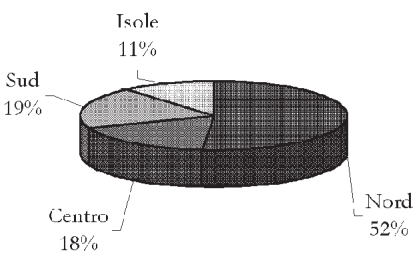
Elementi per strutture orizzontali (solai). Gli elementi di laterizio per solaio consentono, in unione alla struttura in cemento armato, la realizzazione di orizzontamenti di elevata rigidità e, contemporaneamente, di estrema leggerezza. I laterizi per solaio sono elementi con percentuale di foratura compresa tra il 60 ed il 75 %, posti in opera a fori orizzontali.

Elementi per coperture (tegole e coppi). In Italia se ne producono di due categorie: le tegole trafilate o "coppi" e le tegole stampate, che prendono diversi nomi a seconda della loro conformazione: portoghese, marsigliese, olandese, romana o embrice. Si possono ottenere in varie colorazioni, sia miscelando opportunamente diverse qualità di argilla, sia aggiungendo sostanze coloranti, per lo più ossidi metallici, all'impasto, ottenendo in tal modo colori che vanno dal giallo, al rosso, al "testa di moro".

Elementi per partizioni interne e tamponamenti. Sono elementi di laterizio in cui l'area complessiva dei fori può arrivare fino al 70÷75 % dell'area totale della sezione di estrusione. Data l'elevata percentuale di vuoti, vengono prevalentemente utilizzati per pareti di tamponamento e divisori.

Tavelle e tavelloni. Sono laterizi particolari, generalmente a setti sottili, che richiedono materie prime e tecnologie produttive raffinate. Mentre le tavelle trovano impiego nelle controsoffittature, nelle fodere di pareti verticali e in specifici interventi di isolamento termico, i tavelloni vengono impiegati sia per realizzare particolari strutture orizzontali, appoggiati su appositi travetti o muricci (vespai), sia per strutture verticali di controfodera o tramezzatura.

L'industria italiana del laterizio è tra le più significative in Europea: l'Italia ha la maggiore produzione di mattoni e blocchi (principalmente semipieni e forati), la terza produzione di tegole e coppi e la prima, in assoluto, di laterizi per solai (altre produzioni significative di laterizi per solai sono presenti solo in Spagna).

Nel 2004, 190 aziende italiane hanno prodotto, in 218 stabilimenti, circa 20,4 milioni di tonnellate di laterizio:

Produzione di:	Anno 2004, 10^3 t
elementi per *strutture murarie*	7.587
elementi per *partizioni interne e tamponamenti*	5.085
elementi per *strutture orizzontali (solai)*	3.887
elementi per *coperture (tegole e coppi)*	1.840
elementi per *murature faccia a vista*	981
tavelle e tavelloni	562
elementi per *pavimentazione*	463
TOTALE	***20.405***

D.2. Indicazione della distribuzione territoriale degli impianti

L'area del Nord Italia ha prodotto laterizi, nel 2004, per il 54% del totale, il Centro per il 21%, il Sud per il 18% e le Isole per il restante 7%.

La razionalizzazione del settore, manifestatasi con l'accorpamento in gruppi, si riflette anche nell'indice di utilizzo degli impianti, oltre l'85%, con una produttività media di 85.000 tonnellate/impianto. Nel 2004, 19 Aziende o Gruppi hanno controllato il 50% dell'intera produzione.

Distribuzione geografica	Anno 2004	
	N° impianti	Produzione, t
Nord	112	11.010
Centro	39	4.329
Sud	42	3.648
Isole	25	1.418
Totale	***218***	***20.405***

Ripartizione geografica della produzione

Ripartizione geografica degli impianti

D.3. Numero di personale impiegato

Numero di addetti: 10.000

D.4. Dati macroeconomici

Relativamente al 2004, il settore dei laterizi ha raggiunto un fatturato di 1.400 milioni di euro; limitate sono, invece, le quote di importazione (1,9% del fatturato) e di esportazione (0,6% del fatturato).

D.5. Impatto *ambientale del settore*

Il ciclo produttivo dei laterizi si articola in una serie di fasi, per ognuna delle quali è associata un'interazione con l'ambiente circostante, in termini sia di consumi di risorse naturali, che di emissioni in atmosfera, scarichi idrici e produzioni di rifiuti.

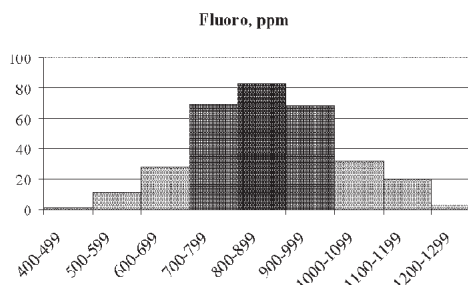
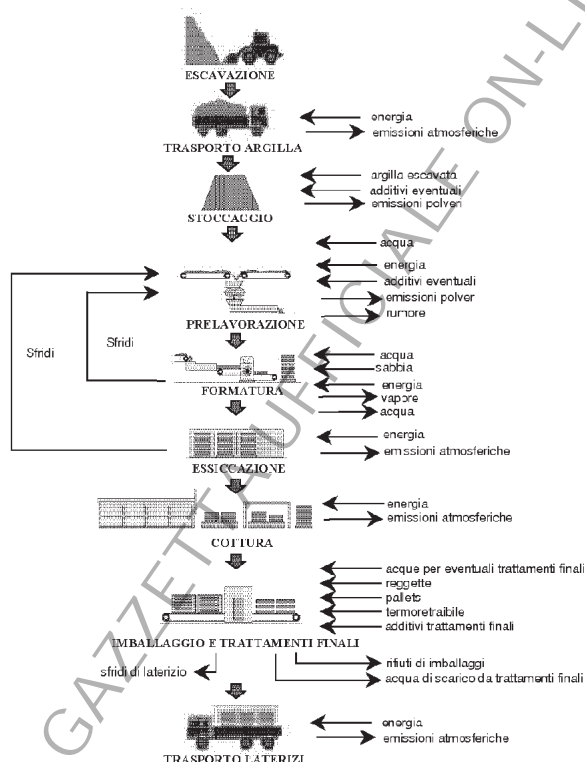
In particolare, è possibile distinguere i *flussi di input* (consumi di risorse e materiali) necessari per la realizzazione del prodotto, dai *flussi di output* (emissioni inquinanti) derivanti dalle lavorazioni ed attività richieste dal processo.

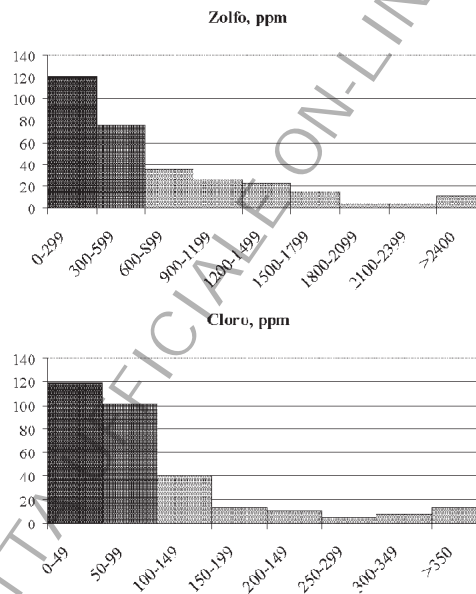
Argilla. La materia prima utilizzata per la produzione dei laterizi è l'argilla, intendendo per essa una miscela di minerali argillosi, tra cui, illite, caolinite, clorite e montmorillonite associati a quarzo, feldspato, calcite, ossidi di ferro.

L'argilla, estratta da cave di pianura (formatesi in occasione di grandi piene dei corsi d'acqua durante l'era quaternaria) o da cave collinari, deve avere appropriate caratteristiche mineralogiche e fisico-chimiche, con particolare riguardo a plasticità, refrattarietà, granulometria, contenuto in quarzo e carbonati.

La composizione mineralogica non è, pertanto, univocamente definibile, essendo fortemente variabile in funzione della diversa stratificazione geologia e/o dell'ambiente di provenienza: alluvionale, lacustre, glaciale, marino, ecc.

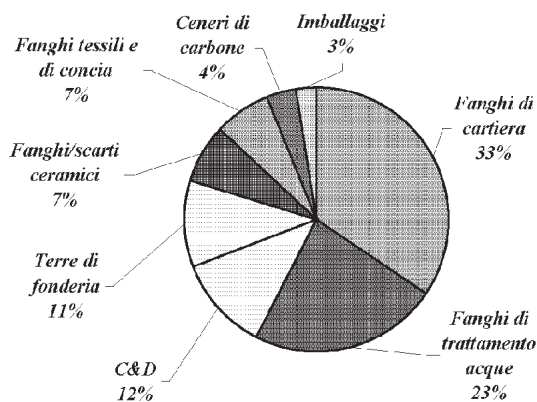
Diversa è anche la composizione chimica delle argille; l'elevato contenuto di alcuni elementi e sostanze chimiche incide fortemente sulle emissioni atmosferiche del processo produttivo. Ad esempio, il rilascio dei composti del fluoro, dello zolfo e del cloro, a parità di condizioni di cottura, risulta tanto più alto quanto maggiore è il contenuto nelle argille dei suddetti elementi – *le figure riportano le distribuzioni della frequenza delle concentrazioni di fluoro, zolfo e cloro nelle argille italiane da laterizi*.

I dati di concentrazione di **fluoro** nelle argille variano da 500 a 1200 ppm, secondo una distribuzione quasi simmetrica intorno ad una media di 860 ppm. Il fluoro sembra essere presente in quantità non molto diverse nelle varie unità geologiche, da cui derivano le argille per laterizi. Le uniche eccezioni sembrano costituite dai depositi fluvio-glaciali pleistocenici dell'Italia nord-occidentale e dalle formazioni eo-oligoceniche di Cormons, Ranzano e Montepiano, con tenori medi inferiori a 800 ppm.

Il contenuto di **zolfo** varia, invece, ampiamente. La distribuzione dei dati è di tipo log-normale con la massima parte dei valori in corrispondenza di basse concentrazioni di zolfo (<600 ppm) e soltanto il 5% circa dei campioni con contenuti superiori a 1800 ppm. La concentrazione di zolfo si presenta assai differenziata nelle diverse unità geologiche: nelle regioni settentrionali, sono presenti prevalentemente argille *continentali* a ridotto tenore di zolfo (< 300 ppm), mentre nelle regioni centro-meridionali, le argille *plioceniche* sono caratterizzate da un alto valore di zolfo (circa 1000 ppm).

Anche i tenori di **cloro** nelle materie prime italiane rientrano in un vasto intervallo di valori. La loro distribuzione è di tipo log-normale e la massima parte dei campioni mostra contenuti di cloro inferiori a 150 ppm; la media complessiva risulta pari a 95 ppm. Nell'ambito delle varie unità geologiche di provenienza delle argille, si rileva una certa diversità del contenuto di cloro. I valori più alti contraddistinguono le argille grigio-azzurre del Pliocene nelle regioni meridionali, così come alcune formazioni del Miocene. Le altre argille sono tutte caratterizzate da tenori medi inferiori a 80 ppm di cloro.

Durante le fasi di pre-lavorazione e formatura del processo, all'impasto argilloso possono essere aggiunte sostanze di varia natura, tali da conferire al laterizio le caratteristiche proprie di un prodotto di elevata qualità. I principali materiali impiegati sono rappresentati da:

- additivi alleggerenti (polistirolo, segatura di legno, perlite e fanghi di cartiera, polverino di carbone, ecc.), utilizzati per migliorare le caratteristiche termiche ed acustiche del prodotto;
- additivi minerali (aggregati inerti, scorie d'altoforno, ecc.), utilizzati principalmente per migliorare la struttura minerale del laterizio e variarne la plasticità;
- additivi chimici (carbonato di bario, ossidi di manganese, ecc.), utilizzati per limitare il fenomeno dell'efflorescenza;
- rifiuti "recuperati" (fanghi di cartiera, fanghi dal trattamento delle acque reflue industriali, fanghi ceramici, ecc.).

Relativamente al recupero dei rifiuti, tale tecnica permette di realizzare un equivalente risparmio di argilla, con il duplice effetto di ridurre il consumo di una risorsa naturale e di attuare la corretta gestione dei rifiuti, sottraendoli, presumibilmente, allo smaltimento in discarica.

L'industria dei laterizi è, infatti, fortemente impegnata nelle attività di recupero di rifiuti provenienti da altri settori (recupero di sostanze inorganiche – attività [R5]

dell'allegato C del D.Lgs. 22/97).

Nel 1998 – dato disponibile più recente – sono state recuperate circa 256.000 tonnellate di rifiuto, comportando un significativo risparmio di materia prima, paragonabile all'estrazione di una cava di circa 12 ettari, per una profondità di oltre 1 metro.

Acqua. Si stima che per produrre 1 tonnellata di laterizio occorrano circa 0,2 metri cubi di acqua, in parte già presente nell'argilla estratta, impiegata sia nella preparazione dell'impasto che nelle operazioni di lavaggio delle apparecchiature.

Nonostante il ridotto uso, le aziende del settore effettuano generalmente il recupero delle acque utilizzate nel processo.

Energia. L'industria dei laterizi ha progressivamente migliorato il proprio livello di efficienza nell'uso delle risorse energetiche, grazie ai forti investimenti operati negli ultimi 20 anni, passando da un consumo specifico di energia termica di 2,10 GJ per tonnellata di prodotto del 1990, agli attuali 1,96 GJ/t prodotto.

Inoltre, ad una generale diminuzione dei consumi energetici, si è associata una netta prevalenza del ricorso al gas naturale rispetto all'olio combustibile o al combustibile solido, con indubbi benefici anche sulle emissioni atmosferiche.

Pressoché stabili, invece, i consumi di energia elettrica, pur in presenza di una crescente automazione.

Energia elettrica totale utilizzata, (MkWh)	927
Energia autoprodotta, (MkWh)	45
Energia termica utilizzata, (10^{15} J)	35,5

Per quanto riguarda gli aspetti energetici legati al trasporto delle materie prime e, soprattutto, dei laterizi in uscita dal processo produttivo è possibile stimare un consumo di circa 120 milioni di litri di gasolio.

Relativamente alla fase d'uso, occorre evidenziare il ruolo significativo che il laterizio assume nelle problematiche associate al risparmio energetico degli edifici, grazie ai risultati conseguibili mediante l'isolamento termico (per il solo riscaldamento invernale viene indicato un consumo energetico pari al 30-40% del consumo energetico nazionale).

Da una valutazione cautelativa dei risparmi energetici conseguibili per il riscaldamento invernale, ipotizzando soli interventi di isolamento termico caratterizzati da elevata redditività, risulta un risparmio annuo potenziale pari a 8,7 milioni di TEP, a cui corrisponde una emissione "evitata" di CO_2 di circa 26 milioni di tonnellate annue.

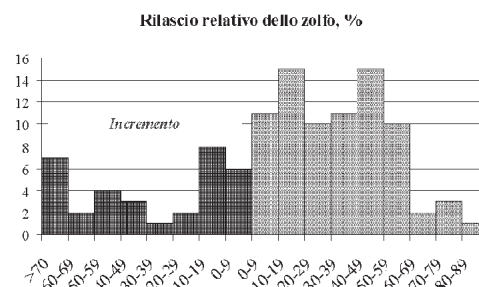
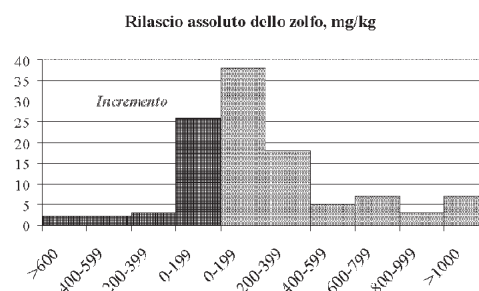
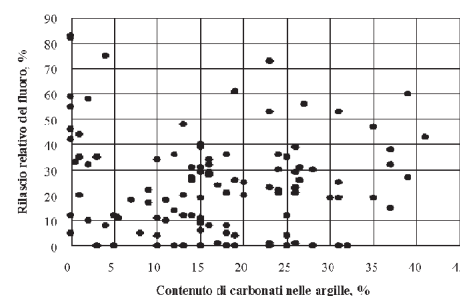
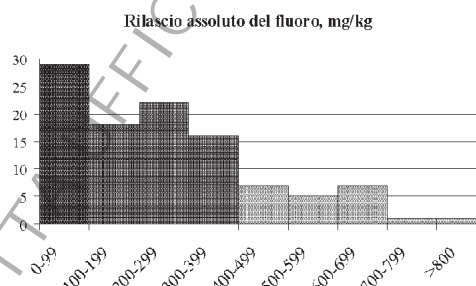
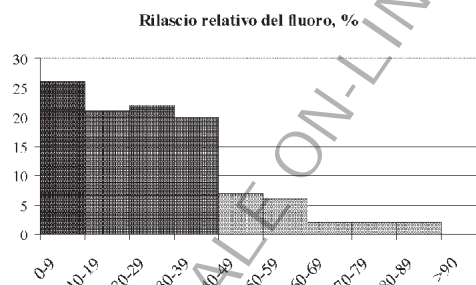
Emissioni atmosferiche. Le emissioni atmosferiche della produzione dei laterizi derivano essenzialmente dalla fase di cottura. Altre fonti di emissione sono connesse al trasporto dell'argilla dalla cava allo stabilimento, in particolare, per quanto riguarda le emissioni diffuse di polveri; tuttavia la vicinanza tra cava e sito produttivo tende a limitare tale impatto.

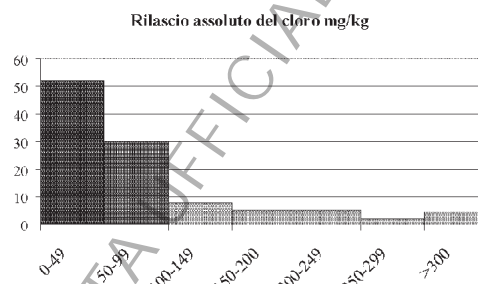
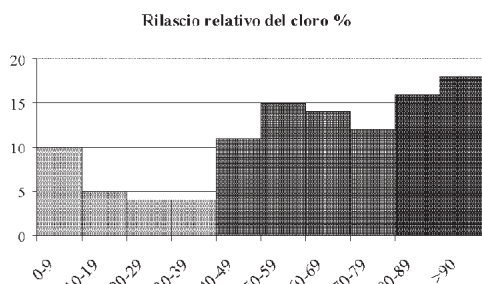
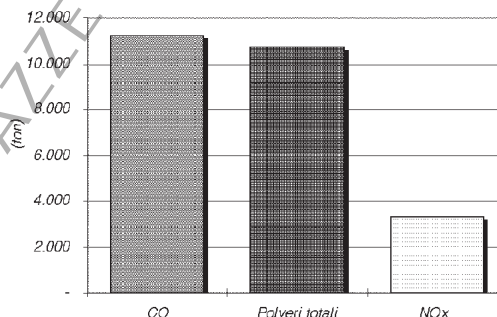
Durante il processo di cottura avvengono delle reazioni chimico-fisiche nelle materie prime che possono portare all'emissione di diverse sostanze inquinanti.

La valutazione, che segue, dell'emissione dei composti di **fluoro**, **zolfo** e **cloro** è stata effettuata per differenza fra i contenuti di fluoro, zolfo e cloro nelle materie prime e nei corrispondenti prodotti cotti. Tale valutazione quantifica, evidentemente, le emissioni "non trattate", vale a dire le emissioni prodotte, ma non necessariamente emesse.

Nella maggior parte dei casi, le cessioni di **fluoro** si mantengono al di sotto del 40% del contenuto di fluoro nell'argilla; in termini assoluti, il rilascio di fluoro risulta, generalmente, inferiore a 400 mg per kg di prodotto – *le figure riportano le distribuzione della frequenza relativa e assoluta dei valori di cessione di fluoro, zolfo e cloro durante la cottura dei laterizi*. I moderati livelli di cessione del fluoro riscontrati nella maggior parte degli stabilimenti italiani sono, probabilmente, dovuti al diffuso impiego di argille ricche di carbonato di calcio, avente un effetto "sequestrante" sul fluoro, ed alla temperatura massima di cottura, che nell'industria italiana è quasi sempre inferiore a 1000°C. La cessione di fluoro è anche influenzata in maniera fondamentale dalle condizioni di gestione degli impianti di cottura e dal tipo di combustibile impiegato. Inoltre, ha una grande importanza la ritenzione di fluoro da parte delle strutture refrattarie del forno.

Le variazioni del contenuto di **zolfo** tra il materiale crudo ed il prodotto cotto possono essere rilevanti, sia nel senso di una diminuzione che di un incremento della concentrazione dell'elemento. Questa complessa situazione è il riflesso da una parte della forte variabilità dei contenuti di zolfo nelle materie prime e dall'altra dall'uso di combustibili a diverso tenore di zolfo.

Le cessioni sono generalmente inferiori al 60% del tenore di S nell'impasto crudo, mentre l'aumento del contenuto di zolfo nei cotti è caratterizzato da due situazioni più frequenti: una di modesto incremento percentuale (0-20%) e l'altra con vistosi aumenti relativi, superiori al 40% e in alcuni casi più che doppi rispetto al valore di riferimento nel crudo, quando questo valore è molto basso. Più significativa appare la distribuzione delle variazioni assolute di concentrazione. Le cessioni sono generalmente

inferiori a 400 mg di zolfo per kg di prodotto, mentre gli aumenti sono per lo più limitati a valori inferiori a 200 mg/kg.

Il **cloro** contenuto nelle argille viene ceduto in larga misura durante il processo di cottura. La cessione può essere anche totale ed è spesso superiore al 40%. In termini assoluti, le cessioni sono generalmente inferiori a 100 mg di cloro per kg di prodotto cotto.

Relativamente alle **polveri totali**, **NO_x** e **CO**, una stima delle emissioni per l'intero settore di produzione è ottenibile utilizzando dei fattori di emissione elaborati dall'EPA (Environmental Protection Agency – Profile of the Stone, Clay, Glass and Concrete Industry, 1997) – *le "polveri totali" sono relative alle emissioni dei forni di essiccazione e di cottura.*

In merito alle emissioni di **anidride carbonica**, occorre rilevare che l'industria italiana dei laterizi ha notevolmente ridotto tali emissioni e parallelamente aumentato le efficienze di combustione, utilizzando, in particolare, gas naturale come combustibile in sostituzione dei combustibili solidi e liquidi: rispetto alle emissioni del 1990, si registra una diminuzione del 13,5%.

Dalla valutazione dei soli consumi energetici, i 218 stabilimenti operativi immettono nell'atmosfera poco più di 2 milioni di tonnellate di CO_2 all'anno, con un fattore di produzione medio di 116 kg di CO_2 per tonnellata di prodotto. Ne consegue, quindi, che l'industria del laterizio emette, mediamente, meno di 10.000 t CO_2 per anno, pari al 10% del valore di soglia definito dall'inventario delle emissioni (EPER – INES): 100.000 t CO_2/anno.

È da rilevare che le suddette valutazioni non tengono conto dell'emissione di CO_2, derivante dalla calcinazione dei carbonati di calcio e magnesio e dell'ossidazione del carbonio organico presente nelle materie prime. Si tratta evidentemente di CO_2 di "processo", su cui non è possibile intervenire in quanto è lo stesso riscaldamento del materiale che determina la reazione di calcinazione del carbonato e di ossidazione del carbonio.

Come indicato nelle valutazioni relative al rilascio di fluoro, la presenza di calcare nell'impasto non è univocamente quantificabile, essendo intrinsecamente legata alla natura della materia prima e alla sua provenienza. È importante evidenziare, però, che già un contenuto di carbonati (calcare) pari al 20% – valore medio riscontrabile nelle argille italiane – è tale da determinare

una emissione di CO_2 pari a quella dovuta ai soli consumi energetici: 110 kg di CO_2 per tonnellata di prodotto.

Rifiuti. Il settore dei laterizi si caratterizza per essere, oltre che produttore di rifiuti, così come tutti i settori industriali, impegnato nel recupero di rifiuti non pericolosi, a beneficio del consumo di materie prime.

Gli sfridi di laterizio rappresentano la principale tipologia di rifiuti del settore, pari mediamente all'1,2% della produzione di laterizi (tale valore varia notevolmente in funzione delle diverse realtà aziendali). Gran parte degli sfridi sono però reinseriti nel ciclo produttivo, in aggiunta all'impasto ceramico.

Dall'elaborazione dei dati raccolti in base alle dichiarazioni MUD del 1998, relativi al codice Istat 26.4, – dato disponibile più recente – risulta la seguente produzione di rifiuti:

Codice CER	*Descrizione*	*Qnt, t*	*%*
101299	*rifiuti non specificati altrimenti*[1]	40.955	62,2%
030306	*fibra e fanghi di carta*	9.697	14,7%
170405	*ferro e acciaio*	3.532	5,4%
170701	*rifiuti misti di costruzioni e demolizioni*	1.988	3,0%
010402	*sabbia e argilla di scarto*	1.945	3,0%
	altri	*7.777*	*11,8%*
	Totale rifiuti prodotti	**65.893 t**	

Essendo state recuperate, nello stesso anno, circa 256.000 tonnellate di rifiuto, il bilancio settoriale risulta nettamente positivo, nella misura di quasi 4:1 tra recupero e produzione di rifiuti.

Rumore. L'impatto associato al rumore è, per il settore dei laterizi, di modesta rilevanza. Nonostante ciò le aziende associate sono attente alla problematica, anche in funzione della sua valenza in termini di sicurezza e salute sul luogo di lavoro, e controllano con rilevazioni fonometriche periodiche le emissioni acustiche.

[1] Si tratta, presumibilmente, di "scarto cotto". La catalogazione in vigore nel 1998 non prevedeva, infatti, una voce specifica per tale rifiuto, introdotta dal 1° gennaio 2002 con l'Elenco Europeo dei Rifiuti: CER 101208, "*scarti di ceramica, mattoni, mattonelle e materiali da costruzione (sottoposti a trattamento termico)*".

E. Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili

La produzione dei laterizi si basa su una serie di operazioni, altamente industrializzate ed automatizzate.

L'argilla, una volta estratta dalla cava, viene trasportata nello stabilimento produttivo per essere sottoposta alle lavorazioni tipiche del processo di produzione dei laterizi.

Stoccaggio dell'argilla. Lo stoccaggio si rende necessario in quanto la stessa non è direttamente utilizzabile nel processo e deve essere sottoposta a maturazione.

Pre-lavorazione. Allo stoccaggio seguono alcune operazioni preliminari che conferiscono all'argilla le caratteristiche richieste per l'ottenimento di un prodotto finale di elevata qualità. Nel dettaglio, in base al materiale finito che si vuole produrre, nonché allo specifico processo adottato, ma anche alle caratteristiche proprie della materia prima in ingresso, tali operazioni possono consistere in: miscelazione, frantumazione, raffinazione, bagnatura. Durante questa fase possono essere aggiunti additivi, al fine di migliorare le caratteristiche termiche ed isolanti del prodotto finale e/o a migliorare il processo stesso.

Formatura. Dalla fase di preparazione (o pre-lavorazione) si giunge alla produzione vera e propria la quale comprende, oltre alla formatura, tutte le operazioni di taglio, presa e carico del materiale prodotto da avviare all'essiccazione. La formatura del prodotto può essere realizzata per estrusione o stampaggio, "a freddo" oppure "a caldo", con l'impiego del vapore, con impasti più o meno duri:

- formatura a secco (*non è molto diffusa sul territorio*): essa consiste nell'utilizzo di argilla pressoché secca e nella realizzazione della formatura mediante presse ed estrusori funzionanti ad elevate pressioni. Con la formatura a secco si possono ottenere solo mattoni per muratura;
- formatura "ad umido", attualmente la più diffusa in Italia e in Europa, consiste nell'incrementare il contenuto di umidità dell'impasto, in percentuali tali da evitare di rendere l'impasto molle: la formatura può essere in questo caso realizzata per sola estrusione oppure per estrusione e stampaggio (è il caso delle tegole e di determinati tipi di coppi). Con la formatura ad umido si ottengono tutti gli elementi per muratura, i blocchi da solaio e gli elementi per copertura;
- un grado di umidità maggiore caratterizza l'ultima tipologia produttiva, "in pasta molle", che consente di ottenere un laterizio di gran pregio, spesso associato a lavorazioni "artigianali"; maggiori quantitativi di acqua trasformano l'argilla in una massa particolarmente morbida, la cui forma, contrariamente alle lavorazioni precedenti, si stabilizza solo durante la successiva fase di essiccazione. Con tale tipo di lavorazione si ottengono principalmente i mattoni "faccia a vista" ed i pezzi speciali, nonché elementi da pavimentazione.

Essiccazione. Con l'essiccazione il prodotto consolida la propria configurazione geometrica ed assume i requisiti di resistenza meccanica necessari alle operazioni successive. Essiccatoi alimentati con aria calda, in parte recuperata dal forno, hanno oramai sostituito l'antica

essiccazione all'aria aperta seguita dal posizionamento del prodotto al di sopra del forno, così da recuperarne il calore. Tale tecnica è praticata solo in alcune realtà produttive, cosiddette "di nicchia", che producono laterizi con lavorazioni manuali.

Cottura. Durante la fase di cottura, il prodotto essiccato viene assoggettato ad opportuni cicli termici che innescano variazioni fisico-chimiche dei composti minerali. La cottura dei prodotti avviene, generalmente, all'interno di un forno, cosiddetto a "tunnel", costituito da una galleria chiusa alle estremità da un sistema di porte doppie, entro la quale scorrono dei carrelli a ciclo continuo. A metà circa della galleria sono praticati dei fori, o nella volta o nei fianchi, per l'immissione di combustibile, in modo da realizzare un profilo termico lungo tutto il forno che completi il ciclo preriscaldamento-cottura-raffreddamento, a cui devono essere sottoposti i prodotti per essere trasformati in "cotto".

Trattamenti finali ed imballaggio. All'uscita dal forno i laterizi possono subire ulteriori trattamenti (ad es. rettifica, ecc.) prima di essere avviati all'imballaggio e al deposito o direttamente alla consegna. I laterizi vengono, quindi, confezionati in pacchi mediante reggetta (metallica o di plastica), oppure avvolti con fogli di polietilene termoretraibile.

F. Quadro delle tecniche utilizzate, ai fini dell'identificazione delle BAT

F.1. Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per il settore ceramico

La scelta delle tecniche e la determinazione dei relativi valori di riferimento a garanzia delle prestazioni ambientali deve essere coerente con l'obiettivo della Direttiva IPPC di conseguire l'elevata protezione dell'ambiente in forma integrata.

Assume quindi particolare rilevanza la definizione del concetto di "elevata protezione ambientale". A tal riguardo il riferimento principale è senz'altro la normativa ambientale vigente e quella in sviluppo, per cui è da evitare l'imposizione di vincoli ambientali ridondanti ed arbitrari, ciò al fine di raggiungere prestazioni ambientali idonee alla protezione degli ecosistemi e coerenti in termini economici di competitività.

I valori limite di emissione e/o indici prestazionali ambientali devono, quindi, basarsi sulle migliori tecniche disponibili e dunque sulle tecniche ambientalmente più efficaci che siano economicamente applicabili nelle condizioni impiantistiche, gestionali, geografiche ed ambientali in cui opera l'impianto, in armonia con gli strumenti di pianificazione e programmazione del territorio.

In accordo alla definizione del D.Lgs 59/05 e dalla stessa Direttiva 61/96, le BAT sono le **tecniche impiegate per l'esercizio, la manutenzione e la chiusura dell'impianto, più efficaci ai fini di un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso; tali tecniche devono essere sviluppate su una scala tale da consentirne l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del comparto ceramico, in considerazione dei costi, dei vantaggi e dell'accessibilità da parte del gestore a condizioni ragionevoli**.

Il BRef, documento basato su uno scenario medio europeo riportante l'indicazione delle migliori tecniche disponibili da impiegare nei singoli impianti,rappresenta uno dei principali riferimenti – non esclusivo, né esaustivo – per la definizione delle BAT.

Il BRef Ceramics, pur non definitivo (Second Draft del giugno 2005) individua le BAT di settore **prediligendo** alle misure secondarie, tecniche di abbattimento definite "*end of pipe*", **interventi "primari" di prevenzione**.

Al BRef Ceramics si rinvia per il reperimento di ulteriori specifiche informazioni sulle tecniche e tecnologie di processo e di abbattimento e relative prestazioni.

F.2. Aspetti tecnici e tecnologici del settore ceramico

Preparazione delle materie prime. Una prima macinazione ed omogeinizzazione dell'argilla è generalmente ottenuta già nelle operazioni di estrazione, anche se per assicurare elevati requisiti prestazionali dei prodotti ceramici è necessaria una più accurata fase di preparazione.

La preparazione dell'impasto ceramico presuppone la miscelazione delle materie prime secondo le dovute proporzioni (ricetta) e l'omogeneizzazione delle stesse per garantire una uniformità fisica e chimica. In funzione del prodotto ceramico da ottenere, la miscelazione può avvenire con operazioni continue o discontinue. Le proporzioni tra i vari componenti della miscela (§D.5 *Impatto ambientale del settore*) avvengono spesso in modo automatico, tramite i sistemi di controllo delle apparecchiature di alimentazione; la durata e l'intensità della miscelazione incidono in modo significativo sulle proprietà dell'impasto e, conseguentemente, del prodotto finale.

Formatura del prodotto "verde". I prodotti ceramici sono tradizionalmente formati allo stato plastico e per alcuni millenni tale operazione è stata eseguita manualmente. Oggi la richiesta di prodotti di qualità, rispondenti a determinati requisiti tecnici, impone l'uso di tecniche industriali:

- Formatura per pressione
  - meccanica, utilizzata nella produzione di mattoni a "pasta molle";
  - idraulica meccanica, utilizzata per la formatura di tegole; l'argilla, con un grado di umidità del 15 – 17%, in forma di "gallette" derivanti da una colonna di estrusione, viene pressata in un apposito stampo, riportante nella parte inferiore e superiore il profilo della tegola (negativi della forma).
- Formatura per estrusione, largamente utilizzata nella manifattura di blocchi e mattoni, nonché nella produzione delle "gallette" da pressare negli stampi per tegole. L'impasto, allo stato plastico, viene miscelato con l'acqua per raggiungere la consistenza richiesta per essere forzato da una coclea nella filiera dell'estrusore; un deareatore sotto vuoto è generalmente posizionato a monte della coclea per migliorare la compattezza dell'impasto. Il materiale estruso viene, quindi, tagliato nella misura desiderata.

Essiccazione. Nell'industria moderna si richiede l'ottimizzazione dell'essiccazione in termini di velocità, di efficienza termica e di bassa produzione di scarti. Ad eccezione dei processi di essiccazione lenta, si rende necessario mantenere un accurato controllo della velocità di riscaldamento, della circolazione dell'aria, della temperatura e dell'umidità. L'aria calda per l'essiccazione è generalmente ottenuta per mezzo di bruciatori a gas ed, in parte, recuperata dal forno di cottura.

Gli essiccatoi prevedono una zona di preriscaldamento in condizioni di alta umidità e l'immissione di aria più calda e più secca nella sezione terminale per favorire la rimozione completa dell'umidità.

- Essiccatoi continui, essenzialmente costituiti da una struttura a tunnel, attraversata da carrelli sui quali viene caricato il prodotto "verde". Gli essiccatoi continui sono caratterizzati da una distribuzione fissa, nel tempo e nello spazio, delle condizioni termoigrometriche; il prodotto, nel suo cammino tra l'una e l'altra estremità, incontra, quindi, variazioni graduali di condizioni di essiccazione. Aria calda viene introdotta nell'essiccatoio tramite dei ventilatori; questa cede calore al prodotto ed assorbe l'umidità. Lungo il tunnel, sono inoltre posizionati dei ventilatori ausiliari per incrementare la turbolenza e, quindi, l'efficienza dell'essiccazione. L'aria di alimentazione si introduce in maggiore quantità nella zona più secca e calda dell'essiccatoio, dove servono alte differenze psicrometriche delle miscele; la parte rimanente si inietta in diversi punti, regolarmente distanziati in senso longitudinale, per distribuire in zone a maggiore umidità più elevati poteri essiccanti locali. Un essiccatoio continuo è caratterizzato da un tempo di essiccazione compreso tra le 15 e le 40-50 ore. Tempi di essiccazioni minori, compresi tra 1 e 4-5 ore, sono ottenibili con gli essiccatoi "rapidi".
- Essiccatoi statici, costituiti da gruppi di locali separati ed indipendenti, chiamati normalmente camere. Le camere vengono riempite una dopo l'altra, in funzione del volume di produzione: il prodotto rimane fermo, mentre si modificano nel tempo le condizioni termoigrometriche interne. La temperatura della camera è raggiunta a velocità controllata sia direttamente, con l'introduzione di aria calda, che indirettamente, grazie allo scambio termico superficiale. Un'elevata circolazione dell'aria migliora l'efficienza di essiccazione; la trasmissione del calore avviene, infatti, principalmente per convezione e in misura minore

per irraggiamento e conduzione. I cicli di essiccazione realizzabili negli statici variano dalle 20 ore alle 60 ore.

- Essiccatoi semicontinui, si tratta di essiccatoi, simili a quelli continui per la modalità di carico del prodotto e di attraversamento dei carrelli nel tunnel. Si differenziano, invece, dall'essiccatoio continuo perché tutti i carrelli prodotti in uno o due turni di lavoro vanno introdotti completamente nella galleria, senza deposito di riserva. Il ritmo di avanzamento dei carrelli segue quello della produzione, mentre nelle ore di riposo delle macchine il funzionamento dell'essiccatoio semicontinuo è simile a quello di un essiccatoio statico.
- Deumidificatori, del tipo a camere. La tecnica si basa sul mantenimento del livello di umidità dell'aria ben al di sotto del livello di saturazione, in modo da favorire l'evaporazione a bassa temperatura; occorre, pertanto, provvedere alla continua rimozione del vapore acqueo per condensazione.

Cottura. Il processo di cottura rappresenta la fase "essenziale", in quanto conferisce al prodotto importanti proprietà, quali la resistenza meccanica, la resistenza all'abrasione, la stabilità dimensionale, l'assorbimento d'acqua e l'inerzia chimica.

L'impasto ceramico è costituito da una miscela di minerali argillosi, quarzo, feldspati, carbonati, gesso, ossidi metallici e, in alcuni casi, sostanze organiche. In fase di cottura, ogni residuo di umidità viene eliminato tra i 100°C e i 200°C. Se sono presenti sostanze organiche e pirite, queste vengono ossidate a temperature comprese tra 250°C e 500°C. L'acqua chimica, presente nella struttura dei minerali argillosi, viene allontanata tra 500°C e 650°C, mentre i carbonati come la calcite e la dolomite subiscono la dissociazione tra 750°C e 950°C (processo di calcinazione con formazione di anidride carbonica).

La reazione più importante che agisce sulle proprietà del prodotto riguarda la rottura del reticolo strutturale dei minerali, con formazione di cristalli allo stato vetroso. La cristallizzazione inizia alla temperatura di 900°C e si completa a circa 1050°C. Durante la vetrificazione, alcuni minerali non argillosi, come il quarzo, gli ossidi di ferro, i composti del calcio e gli alcali (ossidi di sodio e potassio) rimangono incorporati nel prodotto. Alcune reazioni eutettiche e di sinterizzazione possono verificarsi tra i granuli minerali e le fasi fuse.

- Forni continui "a tunnel", essenzialmente costituiti da una struttura a tunnel di materiale refrattario. Il prodotto secco viene caricato su appositi carrelli che attraversano il forno in controcorrente al flusso d'aria. Il materiale incontra, quindi, sezioni trasversali successive, per ognuna delle quali la media delle temperature, fissa e costante nel tempo, è impostata secondo la "curva di cottura". Lo scambio di calore avviene tra gas e prodotti ed interessa anche il rivestimento del carrello: il prodotto viene preriscaldato dai gas caldi provenienti dalla zona di cottura, mentre l'aria che entra dall'estremità finale del forno raffredda i prodotti cotti e, a sua volta, viene preriscaldata prima di raggiungere la zona di cottura. Una parte dell'aria proveniente dalle zone di raffreddamento viene generalmente utilizzata negli essiccatoi. I forni a tunnel sono caratterizzati da spostamenti del materiale agevoli e meccanizzabili (i "pacchi", una volta caricati, non sono soggetti ad urti e scuotimenti brutali, né ci sono spostamenti nelle macchine e nelle attrezzature del forno). I forni a tunnel possono essere costruiti con dimensioni elevate, fino a 8-10 in larghezza e 150-160 m in lunghezza.
- Forni continui "a camere", costituiti da una serie di camere di cottura operanti in sequenza. I fumi attraversano le varie camera in modo da consentire il preriscaldamento delle camere successive per una migliore efficienza termica.

- Forni a "fuoco mobile" (Hoffmann), si tratta di forni costituiti da una struttura a circuito chiuso, nella quale avviene una continua rotazione sia della zona interessata dalla curva di cottura che, contemporaneamente, delle operazioni di carico del secco e di scarico del cotto. I primi forni Hoffmann erano a forma circolare ed, una volta costruito, non consentiva alcuna possibilità di ampliamento. Dalla forma circolare si è successivamente passati a quella chiamata impropriamente "ellittica", nella quale rimangono circolari le due testate, mentre diventano a sviluppo rettilineo le parti centrali. Un'ulteriore semplificazione costruttiva è stata introdotta con la squadratura delle testate: il forno appare costruito da due gallerie diritte ed affiancate, il passaggio del fuoco e dei gas dall'una all'altra avviene semplicemente attraverso un cunicolo vuoto.
- Forni intermittenti, costituiti da camere singole caricate con materiale essiccato, richiuse e portate in temperatura con bruciatori a gas. I forni intermittenti sono usati per produzioni di piccola scala e per pezzi speciali.

F.3. Aspetti ambientali: i consumi (di materie prime, energetici ed idrici)

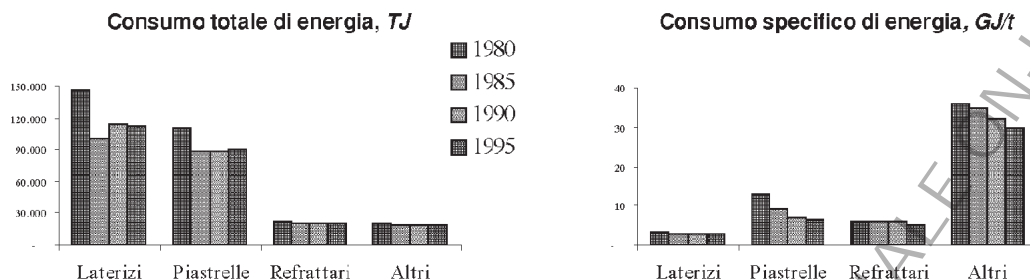
Materie prime. Le argille utilizzate per la produzione di laterizio sono costituite da vari minerali, quali la caolinite, l'illite, la montmorillonite (smectite), la vermiculite e la pirite, e da minerali non argillosi, quali il quarzo, i feldspati e la calcite. La composizione mineralogica non è univocamente definibile essendo fortemente variabile in funzione della diversa stratificazione geologia e/o dell'ambiente di provenienza: alluvionale, lacustre, glaciale, marino, ecc..

Diverso è anche il contenuto delle sostanze chimiche; ai fini delle emissioni atmosferiche del processo produttivo, risultano rilevanti i contenuti di fluoro, zolfo (presente principalmente come pirite) e ossidi di calcio, principalmente presente come calcite (§D.5 *Impatto ambientale del settore*)

In molti processi è richiesto, inoltre, l'impiego di additivi per migliorare le proprietà dei prodotti finiti, quali il ritiro in essiccazione e in cottura, la porosità, la resistenza meccanica, il colore, la resistenza al fuoco.

In termini di consumo dell'argilla, si stima che per produrre 1 tonnellata di laterizio occorrano circa 1,25 tonnellate di argilla, per effetto del rilascio dell'umidità e delle sostanze volatili; nel 2002, sono state quindi lavorate oltre 22 milioni di tonnellate.

Energia. Il settore dei laterizi è considerato "energy intensive", in virtù dell'elevata incidenza dell'energia, utilizzata nei forni di cottura e di essiccazione, sul costo di produzione: mediamente del 17 – 25%, per un massimo del 30%.

Tra i comparti ceramici, il settore dei laterizi, pur essendo il maggiore utilizzatore di energia in funzione della maggiore produzione, è caratterizzato dal minor consumo specifico di energia, essendo gli impianti ad elevata efficienza.

Il consumo di energia dipende dalla materia prima utilizzata, dal processo produttivo ed anche dal tipo di prodotto, nonché dalla tecnica di cottura utilizzata.

In Europa si riscontrano forti variazioni nel consumo specifico di energia, anche in funzione delle lavorazioni principalmente presenti:

- in Austria, in Germania ed in Italia, dove è diffuso l'uso di blocchi alleggeriti, il consumo specifico di energia è di 1,6-1,9 GJ/t. La minore densità del blocco, dovuta alla presenza di agenti porizzanti nell'impasto, e la presenza di sostanze organiche, che contribuiscono al bilancio energetico, determinano un basso consumo energetico;
- in Belgio ed in Olanda, dove sono maggiormente impiegati mattoni faccia a vista, caratterizzati da una maggiore densità e, spesso, cotti a temperature più alte rispetto ai blocchi alleggeriti, si registra un consumo specifico di energia più alto, pari a 2,5-2,7 GJ/t.

In tutti i Paesi europei il consumo specifico di energia per la produzione di laterizi ha subito, comunque, una considerevole riduzione: mediamente del 21% negli ultimi 10 anni, ma con punte anche del 40%. La stessa scelta delle fonti energetiche è stata orientata verso combustibili più puliti, preferendo il gas naturale ai combustibili solidi e liquidi: il gas naturale è, oggi, comunemente utilizzato nella misura del 90% dell'energia richiesta.

Gli impianti e le apparecchiature utilizzate per la comminuzione e la miscelazione delle materie prime, nonché per la formatura richiedono, invece, esclusivamente l'uso di energia elettrica, mentre i trasporti interni ed esterni (consegna del prodotto) e l'approvvigionamento delle materie prime dalla cava comportano il consumo di gasolio.

Risorse idriche. L'acqua è utilizzata nelle fasi di maturazione – è richiesta una buona qualità – e di formatura, nonché nelle operazioni di lavaggio delle attrezzature.

F.4. Aspetti ambientali: emissioni (in atmosfera, negli scarichi idrici)

Emissioni in atmosfera. Emissioni gassose sono associate a tutte le fasi di lavorazione; possono essere di tipo diffuso (emissioni dovute al controllo degli ambienti di lavoro) e di tipo puntuale (gas di scarico dei forni di essiccazione e cottura).

- Particolato solido. La lavorazione delle materia prime comporta inevitabilmente la formazione di polveri, in maggior misure nel caso di lavorazioni a secco. Le attività di essiccazione, comminuzione, vagliatura e miscelazione delle materie prime possono determinare il rilascio di polveri fini, richiedendo idonee apparecchiature di captazione, anche per assicurare una bassa esposizione dei lavoratori (igiene ambientale). Polveri possono derivare, anche, dalle attività di essiccazione, di cottura e di finizione.

- Anidride solforosa e altri composti dello zolfo. La concentrazione di SO_x nei fumi (principalmente anidride solforosa, SO_2) è strettamente correlata al contenuto di zolfo nella materia prima e nei combustibili utilizzati (tale contributo è nullo nel caso di utilizzo di gas naturale). Lo zolfo è presente nelle argille in forma di pirite (FeS_2) ed in alcuni casi in forma di marcassite (pirite bianca).

  Ai fini del contenimento delle emissioni di zolfo, risulta rilevante la presenza del carbonato di calcio ($CaCO_3$) nelle materie prime: l'ossido di calcio (CaO), che ne deriva per calcinazione durante la fase di cottura, reagisce con l'anidride solforosa con formazione di solfato di calcio che rimane nel prodotto.

- Ossidi di azoto ed altri composti dell'azoto. La formazione di NO_x è principalmente dovuta alla ossidazione dell'azoto e dell'ossigeno presenti nell'aria di combustione. Questa reazione è favorita alle alte temperature (superiori a 1200°C), generalmente, non raggiunte nell'industria italiana (la temperatura di cottura è inferiore a 1000°C). Risulta, quindi, un'emissione poco rilevante.

- Monossido di carbonio ed anidride carbonica. La produzione di monossido di carbonio (CO) è dovuta alla combustione della eventuale materia organica presente nel corpo ceramico ed è favorita da un'atmosfera riducente. Il monossido di carbonio può inoltre derivare dalla reazione del carbonio fisso presente nel prodotto con l'anidride carbonica (CO_2) rilasciata in fase di cottura. L'anidride carbonica è, infatti, fortemente presente nei fumi, essendo un prodotto della combustione dei combustibili e della calcinazione dei carbonati. La presenza di un'atmosfera fortemente ossidante (ossigeno al 18%) comporta evidentemente una bassa emissione di incombusti (C, CO e COV), favorendo la totale ossidazione delle sostanze carboniose.

- Composti Organici Volatili (COV). L'eventuale emissione di COV può essere attribuita sia ai composti già presenti nelle argille e negli additivi utilizzati che alla formazione degli stessi nella fase di cottura, in particolare nella sezione iniziale del forno.

- Metalli e composti. Il contenuto di metalli pesanti nelle materie prime è generalmente sufficientemente basso da non indurre emissioni significative, anche in considerazione di possibili reazioni nel prodotto.

- Cloro e composti. Le materie prime possono contenere tracce di cloro, tali da determinare, in cottura, il rilascio di composti inorganici, principalmente acido cloridrico (HCl), in concentrazioni, generalmente, poco rilevanti.

- Fluoro e composti. Il fluoro, presente nelle materie prime, viene parzialmente rilasciato a temperature superiori a 800°C, principalmente in forma acida (HF). La presenza di calcare nelle materie prime o, eventualmente, aggiunto nell'impasto comporta una significativa riduzione delle emissioni di acido fluoridrico.

Scarichi idrici. Gli scarichi idrici sono dovuti essenzialmente alle operazioni di lavaggio. L'orientamento attuale è di riutilizzare/riciclare le acque, ottimizzando i sistemi di trattamento in funzione della qualità delle acque richiesta nelle fasi del processo. Il riutilizzo comporta un duplice effetto sull'ambiente sia in termini di risparmio della risorsa che di riduzione degli scarichi.

F.5. Aspetti ambientali: produzione di rifiuti

I rifiuti solidi sono costituiti, principalmente, dagli scarti di produzione non conformi ai requisiti di qualità. Altri rifiuti sono dovuti alle operazioni di trattamento dei fumi e delle acque di scarico.

Parte dei rifiuti sopra citati può essere riutilizzata nell'impasto, in dipendenza delle specifiche di prodotto o dei requisiti di processo. I materiali che non possono essere riutilizzati internamente, lasciano l'impianto per essere utilizzati o riciclati in altri settori oppure per essere smaltiti.

F.6. Aspetti ambientali: analisi dei rischi

L'analisi storica non evidenzia incidenti nelle industrie per la produzione di laterizi che rientrino tra gli "incidenti rilevanti", così come definiti dal D.Lgs. 334/99.

F.7. Rassegna delle migliori tecniche e tecnologie per l'industria ceramica

Efficienza energetica. L'industria ceramica ha conseguito notevoli progressi nella riduzione del consumo specifico di energia attraverso l'implementazione di diverse misure ed interventi.

a Migliore progettazione dei forni:

- a.1 incremento nelle dimensioni dei forni, per una minore produzione di scarti e riduzione delle perdite di calore;
- a.2 miglioramento delle chiusure dei forni con l'introduzione di chiusure metalliche e tenute ad acqua o sabbia;
- a.3 miglioramento dell'isolamento termico dei forni e delle piste dei carrelli con riduzione delle perdite di calore;
- a.4 impiego di bruciatori ad alta velocità per una maggiore efficienza di combustione ed un migliore scambio termico;
- a.5 controllo automatico dei regimi di cottura.

b Recupero del calore. Un significativo risparmio energetico viene conseguito utilizzando negli essiccatoi, in aggiunta all'energia fornita dai bruciatori, il calore recuperato dalle zone di raffreddamento dei forni di cottura.

c Utilizzo di combustibili "puliti". Il progressivo passaggio ai combustibili gassosi, in sostituzione dell'olio combustibile e dei combustibili solidi, ha comportato un miglioramento dell'efficienza di combustione ed, in teoria, l'eliminazione della fuliggine nelle emissioni. I combustibili solidi producevano polveri sottili, il cui abbattimento necessitava spesso di costosi processi di trattamento dei fumi, con un ulteriore consumo di energia elettrica. L'introduzione, inoltre, di bruciatori sempre più sofisticati e gestiti da sistemi automatici di controllo ha contribuito al risparmio energetico e alla riduzione degli scarti di prodotto.

L'impiego dei combustibili gassosi, caratterizzati da un elevato rapporto H:C, comporta una minore produzione di CO_2 a parità di energia prodotta.

d Modifiche dell'impasto ceramico. La composizione dell'impasto ceramico, anche attraverso l'impiego di additivi e/o di materie prime seconde, può influire sulla velocità di essiccazione e cottura, consentendo l'utilizzo di forni a bassi volumi e ridotto tempo di permanenza.

Lo stesso impiego di additivi porizzanti, incidendo sulla riduzione della densità dei prodotti, determina una minore richiesta di energia in cottura.

Tecniche di abbattimento delle emissioni. Le tecniche di contenimento delle emissioni da preferire sono quelle di tipo preventivo, interventi primari che determinano la riduzione delle emissioni alla fonte. In alcuni casi si può rendere necessaria anche l'implementazione di misure secondarie, tecniche di abbattimento definite "end of pipe".

e Polveri ed emissioni di particolato.

Interventi primari:

e.1 confinamento delle operazioni di vagliatura e miscelazione;

e.2 miglioramento della tenuta dei silos di stoccaggio, equipaggiati con filtri per il contenimento delle dispersioni delle polveri nelle operazioni di carico;

e.3 filtrazione dell'aria dispersa nelle operazioni di carico dei miscelatori e dei dosatori;

e.4 impiego di convogliatori coperti ed in depressione;

e.5 impiego di sistemi pneumatici di convogliamento.

Interventi secondari:

e.6 utilizzo di separatori centrifughi (cicloni), che presentando una minore efficienza di abbattimento delle particelle più piccole sono a volte utilizzati come pre-separatori;

e.7 utilizzo di sistemi di abbattimento delle polveri: filtri a manica autopulenti e filtri lamellari. I filtri a manica consentono un'elevata ritenzione del particolato, generalmente superiore al 98% e, in funzione della dimensione delle particelle, anche fino al 99%. I moderni tessuti sintetici, di cui sono costituite le maniche, consentono la filtrazione anche a temperature elevate ed in presenza di agenti corrosivi. Ai filtri a manica può essere associata l'iniezione di calcare nei fumi per favorire la rimozione del fluoro, presente in forma acida (HF), con formazione di fluoruro di calcio, solido inerte;

e.8 utilizzo di scrubber a umido, del tipo Venturi, per la separazione di particolato da fumi molto umidi. La tecnica esige il successivo trattamento dell'acqua di lavaggio;

e.9 impiego di precipitatori elettrostatici, in caso di flussi elevati e ad alta temperatura.

f Ossidi di zolfo

Interventi primari:

f.1 utilizzo di materie prime a basso contenuto di zolfo (laddove possibile);

f.2 aggiunta di additivi a basso contenuto di zolfo, con effetto di diluizione;

f.3 aggiunta di calcare in polvere per favorire la ritenzione degli ossidi di zolfo. Il solfato di calcio che si produce rimane nel prodotto ed incide su alcune proprietà del prodotto, quali: il colore, le inclusioni calcaree, la tendenza all'efflorescenza, la resistenza ai cicli di gelo e disgelo;

f.4 utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo, come il gas naturale;

f.5 impiego di tecniche finalizzate a velocizzare il ciclo di cottura, in modo da limitare le emissioni degli ossidi di zolfo. Questi si formano generalmente per ossidazione della pirite e/o per dissociazione del solfato di calcio presente nell'impasto; il rilascio di SO_x avviene spesso nella zona del forno a temperature comprese tra i 500 °C e quella di rammollimento.

Interventi secondari:

f.6 impiego di impianti di abbattimento a secco: il passaggio dei fumi attraverso un letto di calcare in granuli consente la rimozione di SOx;

f.7 impiego di impianti di abbattimento a secco che, grazie all'azione di reagenti granulari sintetici costituiti da una miscela di carbonato di calcio e di idrossido di calcio – $CaCO_3$:$Ca(OH)_2$ – rimuovono la SO_3 (fino al 90%) e la SO_2 (fino all'80%).

g <u>Ossidi di azoto</u>. L'industria del laterizio è caratterizzata da limitate emissioni di azoto che generalmente non richiedono l'uso di impianti di abbattimento.

L'impiego di materie prime ed additivi a basso contenuto di azoto rappresenta, di per sé, una valida misura di tipo primario. Una riduzione delle emissioni degli ossidi di azoto può essere ottenuta grazie all'impiego di bruciatori "Low–NO_x" (a bassa produzione di ossidi di azoto).

h <u>Composti organici volatili (COV)</u>

Interventi primari:

h.1 impiego di gas naturale per una migliore efficienza di combustione;

h.2 ricircolo dei gas di combustione dalla zona di preriscaldo del forno alla zona di effettiva cottura;

h.3 riduzione del contenuto di composti organici nelle materie prime, per aggiunta di additivi e leganti;

h.4 modifica delle tecniche di cottura per assicurare condizioni maggiormente ossidanti all'interno del forno.

Interventi secondari:

h.5 utilizzo di una sezione di post-combustione, equipaggiata con scambiatore di calore. In genere è richiesta una temperatura di post-combustione di almeno 800 °C, con un tempo di permanenza minimo di 1,5 secondi. L'ossidazione dei COV a temperatura più bassa (~ 300 °C) può essere ottenuta con i post-combustori di tipo catalitico. La presenza nei fumi di particolato, anche a basse concentrazioni, o di altri inibitori può limitare l'azione dei catalizzatori. Inoltre, i catalizzatori tendono ad ossidare l'anidride solforosa in anidride solforica (da SO_2 a SO_3), molto più tossica e corrosiva.

i <u>Composti inorganici del fluoro</u>

Interventi primari:

i.1 utilizzo di materie prime a basso contenuto di fluoro (laddove possibile);

i.2 sostituzione di parte dell'argilla con materiali a basso contenuto di fluoro, con effetto di diluizione;

i.3 aggiunta di calcare per favorire la formazione di fluoruro di calcio, composto stabile che rimane nel prodotto. Il fluoruro di calcio che si produce rimane nel prodotto ed incide su alcune proprietà del prodotto, quali: il colore, le inclusioni calcaree, la tendenza all'efflorescenza, la resistenza ai cicli di gelo e disgelo;

i.4 ricorso a cicli di cottura più rapidi. Le caratteristiche delle materie prime influiscono sull'emissione di fluoro, ma è determinante il tempo di cottura a temperature superiori agli 800°C.

Interventi secondari. I sistemi di abbattimento del fluoro si basano sulla reazione del fluoro in fase gassosa con i reagenti solidi. L'efficienza dei diversi reagenti dipende da alcuni fattori, quali la concentrazione del fluoro nei fumi, il tempo di contatto tra gas e reagenti, la temperatura del gas, la superficie specifica del reagente, la reattività chimica del reagente ed il livello di turbolenza nella zona di reazione. Per il contenimento delle emissioni di fluoro possono essere implementate le seguenti misure secondarie:

i.5 utilizzo di impianti di trattamento a secco che prevedono il passaggio dei fumi attraverso strati di calcare granulare (granuli di dimensione di 4-6 mm). Questi scrubber possono trattare fumi a temperature superiori ai 500 °C, senza necessità del raffreddamento. Dato che la reazione è confinata sulla superficie dei granuli, questi ultimi devono essere rigenerati – rimozione dei prodotti di reazione presenti sullo strato superficiale – per essere riutilizzati;

i.6 impiego di filtri a manica per l'adsorbimento di HF, con a monte una sezione di convogliamento dei fumi nella quale vengono iniettati pneumaticamente reagenti in polvere, quali idrossido di calcio – $Ca(OH)_2$, bicarbonato di sodio – $NaHCO_3$, carbonato di calcio – $CaCO_3$. I reagenti sono aggiunti a monte dell'impianto per assicurare un più alto tempo di contatto con i fumi;

i.7 utilizzo di precipitatori elettrostatici, sempre a valle di un trattamento con reagenti in polvere come in i.6. Rispetto ai filtri a manica, consentono di trattare i fumi a temperature più alte, ben oltre i 400 °C;

i.8 impiego di scrubber ad umido del tipo Venturi. Sono molto efficaci nella rimozione del fluoro, ma operano ad una temperatura di 70-80 °C, richiedendo pertanto una fase di raffreddamento molto spinta. Le apparecchiature devono essere fabbricate con materiali anticorrosivi, dato che il fluoro in soluzione è estremamente aggressivo. Di solito vengono aggiunti reagenti alcalini nel fluido degli scrubber per mantenere costante il valore del pH. A tal fine sono utilizzati idrossido di sodio e carbonato di sodio, con il vantaggio di favorire la formazione di fluoruro di sodio solubile e di inibire, quindi, la formazione di incrostazioni e depositi all'interno dello scrubber. Il liquido derivante dallo scrubber è, però, tossico e richiede un ulteriore trattamento (con calcare) per formare fluoruro di calcio, inerte.

Tecniche di trattamento delle acque di scarico. Il consumo d'acqua varia fortemente tra settori e processi. L'acqua addizionata direttamente all'impasto ceramico non crea scarichi da trattare, dato che subisce un processo di evaporazione nelle fasi di essiccazione e di cottura. Alcuni scarichi possono derivare, invece, dalle attività di preparazione e di formatura con l'allontanamento in sospensione dei materiali argillosi. Il trattamento delle acque, laddove necessario, avviene per decantazione naturale in idonee vasche di raccolta o per separazione meccanica o chimica dei minerali argillosi dalle acque. Questi trattamenti possono agevolare il riutilizzo dei solidi e delle acque in alcune fasi del processo produttivo.

j Acqua per lo scambio termico. L'acqua utilizzata negli scambiatori di calore deve essere di buona qualità e caratterizzata da bassa durezza, per prevenire l'insorgere delle incrostazioni.

L'acqua può essere riciclata in circuiti chiusi previo raffreddamento e/o trattamento e non incide, quindi, sul consumo totale.

k Acqua utilizzata negli scrubber. L'acqua è utilizzata anche negli scrubber ad umido per il trattamento dei fumi. In questi sistemi può essere utilizzata acqua di recupero derivante dal semplice trattamento fisico degli scarichi idrici.

l Acqua di lavaggio. L'acqua è utilizzata per il lavaggio delle apparecchiature di prelavorazione dell'impasto. Il consumo di acqua per il lavaggio è pertanto fortemente variabile.

Le principali azioni che possono essere implementate per il contenimento del consumo idrico sono:

l.1 installazione nei circuiti dell'acqua di valvole automatiche per la riduzione delle perdite;

l.2 installazione di sistemi ad alta pressione negli impianti di lavaggio;

l.3 sostituzione dei sistemi di trattamento ad umido, ampiamente diffusi, con sistemi alternativi a secco;

l.4 riutilizzo delle acque di lavaggio.

La soluzione migliore considera il riutilizzo dell'acqua di scarico nello stesso processo produttivo. Se l'acqua di recupero deve essere riutilizzata nella fase di preparazione dell'impasto, in teoria non è richiesto alcun trattamento; se invece l'acqua di recupero deve essere utilizzata per le operazioni di lavaggio delle apparecchiature, per le quali è richiesto un idoneo livello di qualità dell'acqua, allora è necessario sottoporre gli scarichi a trattamenti di sedimentazione e di aerazione, con o senza trattamento chimico per la rimozione degli odori.

G. Le tecniche utilizzate e le relative prestazioni

Si riportano, di seguito, alcune valutazioni sulle tecniche candidate quali "migliori disponibili" individuate per l'intero settore ceramico nel §F.7 con numerazione a.1 ÷ m.4, con riferimento sia alle specifiche prestazioni delle tecniche, che alle implicazioni derivanti dalla loro implementazione nell'industria dei laterizi.

G.1. Efficienza energetica.

- *L'incremento nelle dimensioni dei forni* (a.1) identifica una tecnica intrinsecamente legata alla capacità produttiva del sito ed al relativo posizionamento di mercato; non è, pertanto, facilmente praticabile negli impianti esistenti.
- *Il miglioramento delle chiusure dei forni* (a.2) *e dell'isolamento termico dei forni e delle piste dei carrelli* (a.3), *nonché il controllo automatico dei regimi di cottura* (a.5) rappresentano delle tecniche il cui vantaggio ambientale è relazionato alle condizioni iniziali dell'impianto. L'entità delle perdite di energia su cui si potrebbe intervenire è comunque, generalmente, dell'ordine del punto percentuale rispetto al totale dell'energia termica utilizzata nel forno di cottura e nell'essiccatoio.
- *L'impiego di bruciatori ad alta velocità* (a.4) consente di ottenere un migliore rendimento produttivo del forno. La migliore penetrazione del combustibile nel forno e l'elevata turbolenza che ne deriva favorisce l'uniformità trasversale della temperatura, incidendo sia sulla qualità del prodotto che sulla riduzione dei tempi di cottura.
- *Il recupero del calore* (b) rappresenta una tecnica molto efficace, potendo comportare un risparmio energetico di oltre il 20% sul totale dell'energia termica utilizzata nel forno di cottura e nell'essiccatoio.
- *L'utilizzo di combustibili gassosi* (c) migliora l'efficienza di combustione. Evidentemente tale tecnica non è applicabile nel caso di difficoltà o di antieconomicità dell'approvvigionamento del gas.
- *Le modifiche dell'impasto ceramico* (d). La composizione dell'impasto, anche attraverso l'impiego di additivi e/o di materie prime seconde, è orientata, essenzialmente, a conferire al laterizio le caratteristiche proprie di un prodotto di elevata qualità, in termini di assorbimento acqua, inclusioni calcaree, efflorescenze, resistenza al gelo, resistenza meccanica, prestazioni termiche, in conformità a disposizioni cogenti (decreti ministeriali) e volontarie (Norme UNI, EN). Eventuali modifiche dell'impasto ai fini del risparmio energetico devono comunque garantire la conformità tecnica del prodotto. Ad esempio l'impiego di porizzanti è peculiare dei prodotti alleggeriti in pasta; limitate quantità di additivi porizzanti consentono di ottenere aumenti della porosità sino al 20%, con conseguente minor peso e migliori prestazioni termoigrometriche del prodotto.

G.2. Tecniche di abbattimento delle polveri

- *Il confinamento delle operazioni di vagliatura e miscelazione* (e.1), *il miglioramento della tenuta dei silos di stoccaggio, equipaggiati con filtri per il contenimento delle dispersioni delle polveri nelle operazioni di carico* (e.2), *la filtrazione dell'aria dispersa nelle operazioni di carico dei miscelatori e dei dosatori* (e.3), *l'impiego di convogliatori coperti ed in depressione* (e.4) *e l'impiego di sistemi pneumatici di convogliamento* (e.5) rappresentano tecniche efficaci per il contenimento di emissione di polveri derivanti dalla

lavorazione delle materie prime.Ciò è anche dovuto alla circostanza che diverse fasi della lavorazione sono condotte in condizioni di elevata umidità che inibiscono la formazione di polveri.

Le suddette tecniche consentono agevolmente il contenimento delle emissioni convogliate di particolato solido a livelli di 1-10 mg/Nm^3.

- La fase di cottura non determina, in genere, emissioni di polveri superiori a 50 mg/Nm^3; laddove si rendesse necessario è possibile, in linea di principio, fare ricorso ai seguenti impianti di trattamento:
  - *filtri a manica autopulenti e filtri lamellari* (e.7);
  - *scrubber a umido, del tipo Venturi* (e.8);
  - *precipitatori elettrostatici* (e.9).

  La scelta del sistema di abbattimento delle polveri più idoneo deve considerare anche l'opportunità di utilizzare lo stesso impianto per il trattamento di altri inquinanti, quali gli ossidi di zolfo, l'acido fluoridrico e l'acido cloridrico, riducendo i livelli di emissione di polveri a valori di 1-20 mg/Nm^3. L'impianto maggiormente utilizzato è pertanto il filtro a manica, caratterizzato da efficienze di ritenzione del 98-99%. Per contro, non trova giustificazione tecnica ed economica il ricorso agli scrubber ad umido ed ai precipitatori elettrostatici.

G.3. Tecniche di abbattimento degli ossidi di zolfo

- *L'utilizzo di materie prime* (f.1, f.2) *e di combustibili a basso, o nullo, contenuto di zolfo* (f.4) evidentemente riduce l'emissione degli ossidi di zolfo; non è però sempre possibile disporre di siffatte materie in prossimità dello stabilimento. Infatti, come riportato al §D.5, il contenuto di zolfo nell'argilla varia ampiamente in funzione delle diverse unità geologiche e, conseguentemente, delle aree geografiche di estrazione.

  Le emissioni degli ossidi di zolfo dipendono, pertanto, fortemente dal contenuto di zolfo nelle argille ed, in misura minore, dal combustibile utilizzato in cottura, essendo generalmente impiegato gas naturale. Ne consegue, quindi, che le emissioni degli ossidi di zolfo (SO_x) sono molto variabili, ma rimangono generalmente al di sotto dei 500 mg/Nm^3.
- *L'aggiunta di calcare all'impasto* (f.3) favorisce la ritenzione degli ossidi di zolfo, ma come già riportato per la tecnica (d) le modifiche dell'impasto devono comunque garantire la conformità tecnica del prodotto. L'aggiunta di calcare nell'impasto può incidere, infatti, su alcune proprietà del prodotto, quali: il colore, le inclusioni calcaree, la tendenza all'efflorescenza, la resistenza ai cicli di gelo e disgelo. È da evidenziare, inoltre, che la presenza del calcare incide sul consumo energetico e soprattutto sull'emissione di CO_2, per effetto della decarbonatazione.
- Compatibilmente con il processo produttivo e con le caratteristiche del prodotto, *l'impiego di tecniche finalizzate a velocizzare il ciclo di cottura* (f.5), può comportare una riduzione delle emissioni degli ossidi di zolfo: il rilascio di SO_x avviene nella zona del forno a temperature comprese tra i 500 °C e quella di rammollimento.
- Laddove gli interventi primari non fossero attuabili, o tali da garantire un efficace controllo delle emissioni degli ossidi di zolfo, è possibile fare ricorso ad interventi secondari, del tipo "end of pipe", quali ad esempio gli *impianti di abbattimento a secco, utilizzanti calcare* (f.6)

o granuli sintetici costituiti da una miscela di carbonato di calcio e di idrossido di calcio – $CaCO_3$:$Ca(OH)_2$ (f.7), impianti caratterizzati da efficienze di rimozione prossime al 90%.

G.4. Tecniche di abbattimento degli ossidi di azoto

- Le temperature non eccessive del processo di cottura dei laterizi non favoriscono la formazione di ossidi di azoto; *l'impiego di materie prime ed additivi a basso contenuto di azoto* (g) rappresenta una valida misura per il contenimento degli ossidi azoto; generalmente, quindi, non è richiesto l'impiego dei bruciatori "Low–NO_x". Le emissioni di NO_x risultano generalmente inferiori a 150 mg/Nm^3.

G.5. Tecniche di abbattimento dei composti organici volatili (COV)

Generalmente le emissioni di COV risultano inferiori a 50 mg/Nm^3; relativamente alle aldeidi ed ai fenoli, le emissioni risultano, complessivamente, inferiori a 20 mg/Nm^3.

- Le emissioni di COV dipendono fortemente dalla eventuale *presenza di sostanze organiche nell'impasto, per cui la loro riduzione* (h.3) rappresenta la tecnica preventiva più efficace.
- *L'utilizzo di combustibili gassosi* (h.1) migliora l'efficienza di combustione.
- *L'elevato eccesso di ossigeno* (h.4), caratteristico del processo di cottura dei laterizi, favorisce la completa ossidazione del carbonio.
- *Il ricircolo dei gas di combustione dalla zona di preriscaldamento del forno alla zona di effettiva cottura* (h.2) determina l'ulteriore ossidazione dei composti organici volatili. I gas di combustione captati dalla zona di preriscaldamento tra 200 e 400°C vengono reintrodotti nella zona di effettiva cottura; ciò comporta, eventualmente, l'installazione di ulteriori bruciatori nella zona di preriscaldamento del forno e la separazione delle due zone di preriscaldamento e di cottura, con evidenti "interferenze" con le normali condizioni di funzionamento del forno (l'aria di combustione viene alimentata in controcorrente al flusso del materiale). **Tale tecnica è, quindi, di difficile applicazione sugli impianti esistenti.**

  Generalmente, non si ritiene necessario il ricorso a tecniche secondarie, quale *l'utilizzo di una sezione di post-combustione esterna* (h.5) a meno di non essere in presenza di emissioni con elevata concentrazione (> 150 mg COV/m^3).

  Alcune delle tecniche citate (h.2 e h.5) risultano efficaci anche per la riduzione del monossido di carbonio (CO).

G.6. Tecniche di abbattimento dei composti inorganici del fluoro

- *L'utilizzo di materie prime* (i.1, i.2) *a basso, o nullo, contenuto di fluoro* rappresenta, evidentemente, la migliore tecnica per ridurre l'emissione dei composti del fluoro; non è però sempre possibile disporre di siffatte materie in prossimità dello stabilimento. Anche per il contenuto di fluoro, le argille per laterizi, come riportato al §D.5, mostrano una seppur non accentuata diversificazione in funzione delle unità geologiche da cui derivano.

  Le emissioni dei composti del fluoro dipendono, pertanto, fortemente dal contenuto di fluoro e di calcare nelle argille. Ne consegue, quindi, che le emissioni di fluoro (HF) sono molto variabili, ma risultano generalmente comprese nell'intervallo 3-30 mg/Nm^3.

- *L'aggiunta di calcare all'impasto* (i.3) favorisce la formazione di fluoruro di calcio che rimane stabile nel prodotto. Come già riportato per la tecnica (f.3), l'aggiunta di calcare nell'impasto può incidere su alcune proprietà del prodotto, quali: il colore, le inclusioni calcaree, la tendenza all'efflorescenza, la resistenza ai cicli di gelo e disgelo. È da evidenziare, inoltre, che la presenza del calcare incide sul consumo energetico e soprattutto sull'emissione di CO_2, per effetto della decarbonatazione.
- Compatibilmente con il processo produttivo e con le caratteristiche del prodotto, *cicli di cottura più rapidi* (i.4) possono incidere positivamente sulla riduzione delle emissioni di fluoro.
- Laddove gli interventi primari non fossero attuabili, o tali da garantire un efficace controllo delle emissioni del fluoro, è possibile fare ricorso ad interventi secondari, del tipo "end of pipe", quali ad esempio gli *impianti di trattamento a secco che prevedono il passaggio dei fumi attraverso strati di calcare granulare* (i.5) ed *i filtri a manica con a monte una sezione di convogliamento dei fumi nella quale vengono iniettati pneumaticamente reagenti in polvere per l'adsorbimento di HF* (i.6) o, in alternativa, *i precipitatori elettrostatici che consentono di trattare i fumi a temperature più alte, ben oltre i 400 °C* (i.7).

  Tali tecniche garantiscono generalmente livelli di emissione inferiori a 5 mg/Nm^3 sia per i fluoruri che per i cloruri e inferiori a 20 mg/Nm^3 per le polveri.

  Efficaci nella rimozione del fluoro sono, anche, gli *scrubber ad umido del tipo Venturi* (i.8), che operano, però, ad una temperatura di 70-80 °C richiedendo una fase di raffreddamento molto spinta.

  Alcune delle tecniche citate (i.3, i.5, i.6, i.7) sono efficaci anche per la riduzione dei composti inorganici del cloro (HCl).

G.7. Tecniche di contenimento del consumo idrico e di trattamento delle acque di scarico

- L'acqua addizionata direttamente all'impasto ceramico non crea scarichi da trattare, dato che subisce un processo di evaporazione nella fase di essiccazione e di cottura. Alcuni scarichi possono derivare, invece, dalle attività di preparazione e di formatura con l'allontanamento in sospensione dei materiali argillosi. Il trattamento delle acque, laddove richiesto, avviene per decantazione naturale in idonee vasche di raccolta o per separazione meccanica o chimica dei minerali argillosi dalle acque.
- La tecnica da preferire per il contenimento del consumo idrico consiste nel *riutilizzo dell'acqua di scarico* (l.4) nello stesso processo produttivo. Se l'acqua di recupero deve essere riutilizzata nella fase di preparazione dell'impasto, in teoria non è richiesto alcun trattamento; se invece l'acqua di recupero deve essere utilizzata per le operazioni di lavaggio delle apparecchiature, per le quali è richiesto un idoneo livello di qualità dell'acqua, allora è necessario sottoporre gli scarichi a trattamenti di sedimentazione e di aerazione, con o senza trattamento chimico per la rimozione degli odori.
- Per il contenimento del consumo idrico, possono essere inoltre installate, *nei circuiti dell'acqua, valvole automatiche per la riduzione delle perdite* (l.1) e *sistemi ad alta pressione negli impianti di lavaggio* (l.2), nonché la *sostituzione dei sistemi di trattamento ad umido con sistemi alternativi a secco* (l.3).

H. Identificazione di eventuali tecniche alternative e definizione, ove possibile, del range di prestazione di tali tecniche

La versione attuale del BRef per il settore ceramico (Second Draft del giugno 2005) non identifica e definisce tecniche alternative per il settore dei laterizi.

I. Identificazione e specificazione delle migliori tecniche disponibili per le industrie italiane di produzione di laterizi

L'individuazione delle BAT per il settore ceramico evidenzia l'importanza delle azioni primarie legate al processo, quali ad esempio la scelta ottimale delle materie prime.

Tutte le BAT previste dal Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramics Manufacturing Industry del giugno 2005per l'industria dei laterizi conservano validità anche per l'industria italiana.

Approvvigionamento materie prime

- BAT per la riduzione del consumo di materie prime

  La "qualità" dell'argilla disponibile in prossimità dello stabilimento assume un ruolo rilevante ai fini del contenimento delle emissioni atmosferiche.

  L'industria dei laterizi utilizza diverse materie prime; laddove possibile, l'impiego di materie prime seconde e rifiuti non pericolosi, in parziale sostituzione delle materie prime, rappresenta una efficace misura primaria di risparmio delle risorse naturali e di valorizzazione di rifiuti industriali.

Pre-lavorazione

- BAT per la riduzione del particolato solido
  - lavorazione delle materie prime in condizioni umide, laddove possibile;
  - chiusura dei convogliatori e dei miscelatori delle materie prime;
  - confinamento delle attività di miscelazione, macinazione e vagliatura;
  - utilizzo di sistemi di depolverazione dell'aria: filtri a maniche autopulenti.

Essiccazione

- BAT per il risparmio energetico
  - recupero di calore dalle zone di raffreddamento dei forni di cottura;
  - aggiunta di additivi nell'impasto, per ridurre il tempo di essiccazione;
  - ottimizzazione della circolazione dell'aria di essiccazione;
  - controllo automatico degli essiccatoi;
  - riduzione della massa unitaria (forati e tegole sottili);
  - controlli e procedure per assicurare una regolare pulizia dell'essiccatoio, delle guide dei carrelli e dei carrelli stessi ai fini della riduzione degli scarti.

- BAT per la riduzione del particolato solido

  Condizioni di elevata umidità all'interno degli essiccatoi non comportano la formazione di polveri, per cui non sono richiesti sistemi di trattamento dell'aria; accurati controlli e procedure sono, però, richiesti per assicurare una regolare pulizia dell'essiccatoio, delle

guide dei carrelli e dei carrelli stessi; mentre le operazioni di manutenzione dei sistemi di movimentazione riducono il rischio di rotture e scheggiature delle merci.

Cottura

- BAT per il risparmio energetico
  - miglioramento dell'isolamento e delle tenute del forno;
  - utilizzo di combustibili gassosi;
  - utilizzo di bruciatori ad alta velocità;
  - controllo della concentrazione di ossigeno per evitare il *black coring* ("*cuore nero*", carbonio incombusto che rimane nel prodotto);
  - controllo del contenuto di carbonio delle argille per minimizzare il tempo di rammollimento;
  - aggiunta di polverino di carbone come combustibile nel corpo ceramico, laddove possibile per il tipo di prodotto;
  - riduzione della massa unitaria (forati e tegole sottili);
  - controlli e procedure per assicurare una regolare pulizia del forno, delle guide dei carrelli e dei carrelli stessi ai fini della riduzione degli scarti;
  - aggiunta all'impasto, laddove possibile, di agenti organici porizzanti (produzione di alleggeriti in pasta), al fine di apportare un contributo energetico in fase di cottura e di ridurre la massa unitaria;
  - controllo automatico del profilo termico dei forni.

- BAT per il contenimento delle emissioni atmosferiche

  Interventi primari
  - aggiunta di additivi e materie prime seconde con effetto di diluizione e per migliorare le proprietà dei prodotti;
  - impiego di argilla ad elevato contenuto di calcare, o aggiunta all'impasto di gesso e calcare in polvere, per la rimozione del fluoro, del cloro e dello zolfo, compatibilmente con le proprietà tecniche ed estetiche del prodotto;
  - utilizzo di argilla a basso contenuto di fluoro e zolfo, se disponibile;
  - impiego di combustibili a basso contenuto di zolfo, quale il gas naturale che contribuisce anche alla riduzione delle polveri;
  - riduzione della massa unitaria (forati e tegole sottili);
  - controlli e procedure per assicurare una regolare pulizia del forno, delle guide dei carrelli e dei carrelli stessi ai fini della riduzione degli scarti;
  - ricircolazione dei gas di combustione prodotti nelle zone del forno a bassa temperatura in quelle dove avviene la cottura (di difficile applicazione sugli impianti esistenti).

Interventi secondari

- per la rimozione del *particolato solido*, trattamento dei fumi con filtro a manica;
- per la rimozione dei *fluoruri*, trattamento dei fumi con impianti di adsorbimento a secco, costituiti da letti di calcare granulare;
- per la rimozione dei *fluoruri*, degli *ossidi di zolfo*, dei *cloruri* e del *particolato solido*, trattamento dei fumi con impianti di adsorbimento a secco, costituiti da letti di carbonato di calcio o di idrossido di calcio;
- per la rimozione dei *fluoruri*, degli *ossidi di zolfo* e dei *cloruri*, introduzione di polveri di calcare o di idrossido di calcio nei fumi esausti da trattare con filtri a manica;
- per la rimozione delle *sostanze organiche*, trattamento dei gas di combustione del forno in un combustore esterno con recupero di calore. La formazione di inquinanti organici può avvenire a bassa temperatura, in particolare, nel caso della produzione di mattoni e blocchi "alleggeriti in pasta" con additivi organici.

J. Analisi dell'applicabilità ad impianti esistenti delle tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento elencate al punto precedente, anche in riferimento ai tempi di attuazione

Relativamente alle migliori tecniche per la prevenzione integrata dell'inquinamento dello specifico settore in Italia, elencate al §I, si riportano nelle tabelle seguenti alcune valutazioni sulle loro applicabilità agli impianti esistenti.

Approvvigionamento materie prime ***BAT per la riduzione del consumo di materie prime***	*Applicabilità BAT*
Impiego di materie prime seconde e rifiuti non pericolosi, in parziale sostituzione delle materie prime convenzionali	*Tecnica utilizzabile in funzione della tipologia e delle proprietà del prodotto "laterizio"*

Pre-lavorazione ***BAT per la riduzione del particolato solido***	*Applicabilità BAT*
Lavorazione delle materie prime in condizioni umide	*Tecnica non utilizzabile nel caso di formatura a secco*
Chiusura dei convogliatori e dei miscelatori delle materie prime	*L'implementazione della tecnica comporta una parziale modifica dell'impianto*
Confinamento delle operazioni di miscelazione, macinazione e vagliatura	*L'implementazione della tecnica comporta una parziale modifica dell'impianto*
Utilizzo di sistemi di trattamento dell'aria, accoppiati con filtri a maniche autopulenti	*L'implementazione della tecnica comporta l'installazione di impianti di trattamento*

Essiccazione ***BAT per il risparmio energetico***	*Applicabilità BAT*
Recupero di calore dalle zone di raffreddamento dei forni di cottura	*L'implementazione della tecnica comporta una parziale modifica dell'impianto e l'eventuale installazione di scambiatori di calore ausiliari*
Ottimizzazione della circolazione dell'aria di essiccazione	*L'implementazione della tecnica comporta una parziale modifica dell'impianto*
Aggiunta di additivi non plastici nell'impasto, per ridurre il tempo di essiccazione	*Tecnica utilizzabile in funzione della tipologia e delle proprietà del prodotto "laterizio"*
Controllo automatico degli essiccatoi	Sì
Riduzione della massa unitaria (forati e tegole sottili)	*Tecnica utilizzabile in funzione della tipologia e delle proprietà del prodotto "laterizio"*
Manutenzione dei sistemi di movimentazione per la riduzione degli scarti	Sì
BAT per la riduzione del particolato solido	
Controlli e procedure per assicurare una regolare pulizia dell'essiccatoio, delle guide dei carrelli e dei carrelli stessi	Sì

Cottura ***BAT per il risparmio energetico***	*Applicabilità BAT*
Utilizzo di combustibili gassosi	*L'implementazione della tecnica comporta la modifica del sistema di alimentazione e la sostituzione dei bruciatori*
Impiego di bruciatori ad alta velocità	*L'implementazione della tecnica comporta la sostituzione dei bruciatori*
Miglioramento dell'isolamento e delle tenute del forno	*L'implementazione della tecnica comporta una parziale modifica dell'impianto*

Aggiunta di polverino di carbone come combustibile nel corpo ceramico	*Tecnica utilizzabile in funzione della tipologia e delle proprietà del prodotto "laterizio"*
Aggiunta all'impasto di agenti organici porizzanti (contributo energetico e riduzione della massa unitaria)	*Tecnica utilizzabile in funzione della tipologia e delle proprietà del prodotto "laterizio"*
Controllo del contenuto di ossigeno per evitare il black coring	Sì
Controllo del contenuto di carbonio delle argille per minimizzare il tempo di rammollimento	*Tecnica utilizzabile in funzione delle proprietà dell'argilla disponibile*
Riduzione della massa unitaria	*Tecnica utilizzabile in funzione della tipologia e delle proprietà del prodotto "laterizio"*
Controllo automatico del profilo termico dei forni	Sì
Manutenzione dei sistemi di movimentazione per la riduzione degli scarti	Sì
BAT per il contenimento delle emissioni atmosferiche	
Interventi primari	
Aggiunta di additivi e materie prime seconde con effetto di diluizione e per migliorare le proprietà dei prodotti	*Tecnica utilizzabile in funzione della tipologia e delle proprietà del prodotto "laterizio"*
Impiego di argilla ad elevato contenuto di calcare, o aggiunta all'impasto di calcare in polvere, per la ritenzione del fluoro, del cloro e dello zolfo	*Tecnica utilizzabile in funzione delle proprietà dell'argilla disponibile, della tipologia e delle proprietà del prodotto "laterizio"*
Utilizzo di argilla a basso contenuto di fluoro e zolfo, se disponibile	*Tecnica utilizzabile in funzione delle proprietà dell'argilla disponibile*
Utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo, quale il gas naturale	*L'implementazione della tecnica comporta la modifica del sistema di alimentazione e la sostituzione dei bruciatori*
Riduzione della massa unitaria	*Tecnica utilizzabile in funzione della tipologia e delle proprietà del prodotto "laterizio"*
Manutenzione dei sistemi di movimentazione per la riduzione degli scarti	Sì
Ricircolazione dei gas di combustione dalle zone del forno a bassa temperatura a quelle dove avviene la cottura	*Tecnica utilizzabile solo per alcune tipologie di prodotto. La ricircolazione dei gas determina forti "interferenze" con le normali condizioni di funzionamento del forno, rendendo complessa ed a volte impossibile la gestione del forno di cottura, anche in considerazione dei diversi profili termici richiesti.* *L'implementazione della tecnica comporta una sostanziale modifica dell'impianto.*
Interventi secondari	
Per la rimozione del particolato solido, trattamento dei fumi con filtri a manica	*L'implementazione della tecnica comporta l'installazione di impianti di trattamento*
Per la rimozione dei fluoruri, trattamento dei fumi con impianti di adsorbimento a secco, costituiti da letti di calcare granulare	*L'implementazione della tecnica comporta l'installazione di impianti di trattamento*
Per la rimozione dei fluoruri, degli ossidi di zolfo e dei cloruri, trattamento dei fumi con impianti di adsorbimento a secco, costituiti da letti di carbonato di calcio e/o di idrossido di calcio	*L'implementazione della tecnica comporta l'installazione di impianti di trattamento*
Per la rimozione dei fluoruri, degli ossidi di zolfo, dei cloruri e del particolato solido, introduzione di polveri di calcare e/o di idrossido di calcio nei fumi esausti da trattare con filtri a manica	*L'implementazione della tecnica comporta l'installazione di impianti di trattamento*
Per la rimozione delle sostanze organiche, trattamento dei gas di combustione del forno in un combustore esterno con recupero di calore	*L'implementazione della tecnica comporta l'installazione di impianti di trattamento*

K. Fattibilità economica delle tecniche elencate analizzata attraverso analisi costi-benefici

Le migliori tecniche disponibili (art. 2 del D.Lgs. 59/05) sono quelle "*tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli*".

La fattibilità economica è quindi essenziale ai fini della individuazione delle BAT e intrinsecamente legata alle specificità dell'impianto che dovesse adottarle. In particolare, l'art. 7, comma 4, del D.Lgs. 59/05 specifica che "*i valori limite di emissione, i parametri e le misure tecniche equivalenti di cui al comma 3 fanno riferimento all'applicazione delle migliori tecniche disponibili, senza l'obbligo di utilizzare una tecnica o una tecnologia specifica, tenendo conto delle caratteristiche tecniche dell'impianto in questione, della sua ubicazione geografica e delle condizioni locali dell'ambiente*".

I costi complessivi dell'intervento dovranno poi essere commisurati ai benefici ambientali.

In linea di massima, saranno da privilegiare le tecniche primarie, quali i ricicli ed i recuperi, le ottimizzazioni dell'impasto ceramico e delle condizioni operative, che comportano un immediato beneficio ambientale in termini di riduzione nell'uso delle materie prime convenzionali, di recupero di scarti industriali, di risparmio dei consumi energetici e di riduzione della produzione di rifiuti.

Ove si debba ricorrere ad interventi secondari del tipo *end-of-pipe* occorre preferire, in linea di principio, le tecniche caratterizzate da un basso costo di gestione, soprattutto per quanto attiene ai consumi energetici, all'uso di reagenti ed alla gestione/smaltimento dei rifiuti.

Nel caso si renda necessario il ricorso ad interventi secondari complessi, è indispensabile una valutazione approfondita degli effetti cross-media.

Infatti, tecniche complesse dal punto di vista tecnologico e gestionale, quali ad esempio precipitatori elettrostatici, scrubber ad umido, post-combustori termici e/o catalitici e adsorbitori su carbone attivo, comportano sia impatti ambientali rilevanti in esercizio, sia investimenti significativi.

L. Definizione dei criteri di individuazione e utilizzazione delle migliori tecniche disponibili

L.1. Criteri generali per la definizione delle migliori tecniche disponibili

L'autorizzazione integrata ambientale viene rilasciata dall'Autorità Competente sulla base di una istanza contenente le tecniche proposte dall'operatore, dirette a conseguire una elevata protezione dell'ambiente in forma integrata sulle diverse matrici.
La Direttiva IPPC indica dei criteri generali per l'applicazione delle tecniche ai settori industriali. La scelta delle tecniche è compiuta dall'operatore proponente che ha come riferimento principale i dodici punti dell'allegato IV della Direttiva IPPC, tra cui sono ricompresi anche i documenti BRef adottati dalla Commissione Europea, ove esistenti. L'industria ceramica è al momento carente del BRef che, peraltro, non ha carattere di obbligatorietà o esclusività e non deve essere considerato esaustivo circa l'indicazione delle migliori tecniche disponibili da impiegare nei singoli impianti, ma rappresenta un riferimento, basato su uno scenario medio europeo, sia per le aziende nella pianificazione dei loro interventi, sia per le autorità che dovranno rilasciare le previste autorizzazioni.

Nella scelta delle migliori tecniche disponibili devono essere considerate le esigenze qualitative, quantitative e di costo del prodotto, nonché la dimensione dell'impianto.

Infine, l'Autorità Competente, sulla base delle proprie conoscenze rese accessibili al proponente, nonché della contestualizzazione territoriale, ambientale ed economica che l'azienda proponente fornirà nell'ambito della documentazione presentata, formulerà le proprie indicazioni autorizzative, anche al fine di tenere conto delle effettive specifiche esigenze ambientali locali. Le performance ambientali registrate in aree particolarmente sensibili non dovranno necessariamente essere richieste a impianti localizzati in contesti territoriali differenti.

L.2. Piano di monitoraggio

L'ottimizzazione della gestione e del controllo di un processo industriale risulta necessaria per conseguire gli obiettivi generali di protezione ambientale indicati dalla Direttiva IPPC, finalizzati all'integrazione di prevenzione e controllo dell'inquinamento.

Il piano di monitoraggio e di controllo determina, pertanto, l'identificazione e la quantificazione delle prestazioni ambientali, consentendo, al contempo, un più agevole controllo della conformità con le condizioni dell'autorizzazione.

La scelta dei parametri da monitorare e la definizione delle relative frequenze sono, quindi, dettate dalle proprietà specifiche del settore e quindi dal processo produttivo, dalle materie prime e prodotti impiegati nell'impianto, da particolari necessità legate alla manutenzione o al controllo delle condizioni operative.

Materie prime

La caratterizzazione delle materie prime, in primis dell'argilla, e degli eventuali rifiuti/materie prime seconde utilizzate nella preparazione dell'impasto ceramico assume carattere prioritario sia ai fini di un migliore controllo del processo produttivo che, primariamente, per il conferimento al prodotto di quelle performance prestazionali richieste dalla normativa di prodotto: norme EN, UNI, ecc..

La notevole variabilità territoriale delle caratteristiche chimico-fisiche delle argille ne suggerisce una caratterizzazione chimica, mineralogica e granulometrica, da ripetersi con cadenza almeno biennale e, comunque, ad ogni variazione del fronte di scavo.

Forni di cottura

Particolare rilievo assume il controllo del profilo termico del forno di cottura. La verifica della corrispondenza con la curva di cottura impostata, nonché della pressione interna al forno di cottura, è garanzia della qualità del prodotto ottenuto.

Tale controllo, a parità di condizioni, assicura la costanza del processo produttivo sia in termini di consumi energetici, che di emissioni atmosferiche. Ne consegue che il monitoraggio delle emissioni atmosferiche al camino può essere ricondotto alla misura con cadenza annuale, in assenza di variazioni nelle materie prime o di interventi nel processo, dei seguenti inquinanti: *ossidi di azoto, ossidi di zolfo, particolato solido, composti del cloro* e *del fluoro* e, in caso di utilizzo nell'impasto di sostanze organiche, di *monossido di carbonio* e *COV*.

Per l'eventuale valutazione dell'anidride carbonica – CO_2 – è opportuno, invece, il ricorso al metodo di calcolo basato sul contenuto di carbonio e di carbonato nella miscela ceramica, nonché sul consumo dei combustibili fossili, così come disciplinato dalla *Decisione della Commissione del 29/01/2004 che istituisce le linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas a effetto serra ai sensi della direttiva 2003/87/CE del Parlamento europeo e del Consiglio*.

Consumi energetici

Tutti i consumi di combustibile sono regolarmente monitorati verificandone il consumo specifico di ogni singola utenza. Parimenti tutti i consumi di energia elettrica sono regolarmente monitorati.

Scarichi idrici

Il limitato fabbisogno idrico per la produzione di laterizi (0,2 mc/t di prodotto), unitamente alla consolidata pratica di riutilizzo, laddove possibile, delle acque di lavaggio, consegue una produzione del tutto trascurabile degli scarichi idrici. Nel caso, questi fossero significativi, l'unico controllo analitico potrebbe riguardare la concentrazione dei solidi sospesi.

Si riporta di seguito un possibile schema di piano di monitoraggio, che potrebbe essere assunto come riferimento, fatte salve le considerazioni sopra riportate.

Piano di monitoraggio	Parametro	Frequenza consigliata
Caratterizzazione argille	Granulometria	Biennale o ad ogni variazione del fronte di scavo
Composizione chimica	Silice (SiO_2)	
	Allumina (Al_2O_3)	
	Carbonio (C)	
	Fluoro (F)	
	Zolfo (S)	
	Calcio (CaO)	
	Magnesio (MgO)	
Composizione mineralogica	Quarzo	
	Feldspati	
	Calcite	
	Pirite	
	Caolinite	
	Illite	
	Montmorillonite	
	Vermiculite	
Consumi energetici	Gas naturale	*Come da contratto di fornitura*
	Olio combustibile	
	Carbone	

	Energia elettrica	
Emissioni atmosferiche *I valori di emissione vanno riferiti ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso del 18%.*	Temperatura del forno di cottura e/o pressione del forno di cottura	In continuo
	Anidride carbonica	*Calcolata in base ai consumi energetici e di materia prima*
	Portata volumetrica	Annuale
	Ossigeno	
	Polveri totali	
	Ossido di zolfo	
	Ossido di azoto	
	Composti inorganici del cloro, espressi come acido cloridrico	
	Fluoro e suoi composti, espressi come acido fluoridrico	
	Composti Organici Totali	
	Fenoli e aldeidi	
Scarichi idrici	Portata volumetrica	Annuale
	Solidi sospesi	

PIASTRELLE DI CERAMICA PER PAVIMENTO E RIVESTIMENTO

D. Ricognizione della situazione del settore, con particolare riferimento alle specificità del tessuto industriale nazionale

D.1. Dati sulla produzione

La produzione complessiva del settore è stata nel 2002 pari a 605.476.585 metri quadrati registrando un calo rispetto all'anno precedente che ha interessato tutte le tipologie produttive, ad eccezione della versione smaltata del gres porcellanato. La contrazione è legata alla non brillante situazione di mercato che si trascina ormai da due anni.

La tabella seguente illustra l'andamento della produzione italiana di piastrelle di ceramica nell'ultimo decennio.

	1992	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**
[milioni di m2]	434	458	510	562	554	572	588	606	631	638	605
[var.%]	0,51	5,53	11,24	10,19	-1,37	3,20	2,93	2,93	4,22	1,04	-5,16

Nel complesso la produzione nazionale segue un trend espansivo, è calata negli ultimi diciotto anni solo due volte, anche se con variazioni meno marcate (1991: -3,19%: 1997: -1,37%).

La classe di prodotti "piastrelle di ceramica per pavimento e rivestimento" comprende diversi tipi (ciascuno dei quali è contraddistinto da specifiche caratteristiche ed applicazioni, e da tecniche e tecnologie di fabbricazione particolari). Nell'ambito delle finalità di questo rapporto, si adotta la seguente classificazione dei prodotti (Rif. G.Timellini, C.Palmonari - Le piastrelle di ceramica italiane. Come e perché - Ed. Edi.Cer, Sassuolo, 1999)

Denominazione	*Stato della superficie*	*Ciclo di fabbricazione*	*Destinazione prevalente*	*Produzione 2002 (m^2)*
Monocottura	Smaltata	Monocottura	Pav. Int./ Riv.Int.	186.854.846
Maiolica/Cottoforte	Smaltata	Bicottura	Riv. Int	60.686.648
Grès porcellanato non smaltato	Non smaltata	Monocottura	Pav. e Riv. Int. e Est.	140.395.964
Grès porcellanato smaltato	Smaltata			188.808.132
Altri	Smaltata/Non smaltata	Monocottura	-	28.730.995

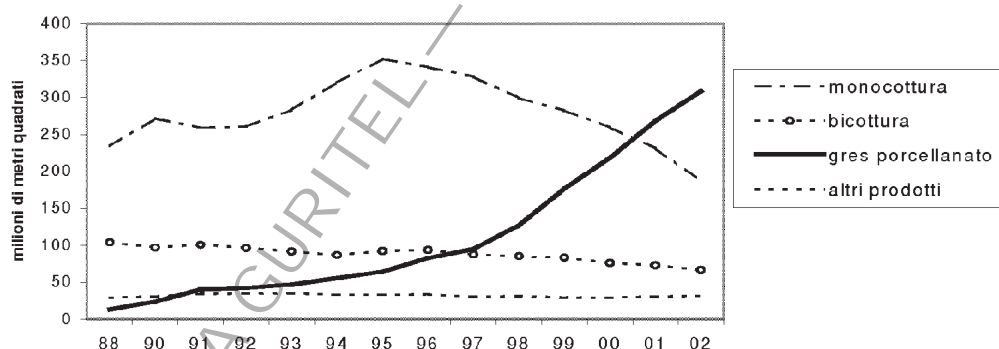
Descrizione:

Monocottura Piastrelle ceramiche ottenute per pressatura, di formato da 10x20 cm a 40x40 cm e oltre, smaltate. Ciclo di fabbricazione: monocottura (lo smalto è applicato sul supporto essiccato; segue una sola cottura, che coinvolge sia il supporto che lo smalto). Possono essere a supporto bianco/grigio (monocottura chiara) o rosso (monocottura rossa); a supporto greificato o poroso. Le piastrelle in monocottura a supporto poroso, utilizzate per il rivestimento dipareti interne, sono denominate "monoporosa".

Maiolica/Cottoforte Piastrelle ceramiche ottenute per pressatura, di formato generalmente compreso fra 15x15 cm e 20x30 cm, smaltate. Ciclo di fabbricazione: bicottura (la prima cottura è quella del supporto. Segue l'applicazione dello smalto, sul suppoprto cotto (bioscotto), per poi concludere il ciclo con la cottura dello smalto (seconda cottura o cottura vetrato). La struttura è sempre porosa (assorbimento d'acqua superiore al 7-8 %, per il cottoforte, ed al 10-12 %, per la maiolica).

Grès porcellanato non smaltato	Piastrelle ceramiche ottenute per pressatura, di formato variabile (da meno di 20 x 20 cm a lastre di 60 - 100 cm di lato), non smaltate. Ciclo di fabbricazione: monocottura. Il supporto è greificato (l'assorbimento d'acqua è inferiore a 0,5 %). Prodotto colorato "in pasta", con possibilità di realizzare diverse tessiture cromatiche. La superficie può essere levigata (in stabilimento).
Grès porcellanato smaltato	Piastrelle ceramiche ottenute per pressatura, di formato variabile (da meno di 20 x 20 cm a lastre di 60 - 100 cm di lato), smaltate. Ciclo di fabbricazione: monocottura. Il supporto è greificato (l'assorbimento d'acqua è inferiore a 0,5 %).
Altri	Clinker: piastrelle ottenute per estrusione, a partire da impasti di diverse materie prime preparati in stabilimento. Sono a supporto generalmente greificato, e possono essere smaltate o non smaltate. Cotto: piastrelle ottenute per estrusione, a partire da un impasto naturale di argille ed altre rocce, che conferiscono al prodotto il tipico colore rosso. Il cotto ha supporto poroso, ed è generalmente non smaltato.

Il grès porcellanato rappresenta il prodotto più avanzato e maggiormente presente sul mercato. Nato come prodotto "tecnico", per destinazioni caratterizzate da forti sollecitazioni meccaniche e chimico-fisiche e limitate o nulle esigenze estetiche, è disponibile ora sul mercato in tipologie che associano alle medesime prestazioni tecniche delle origini un livello elevatissimo di pregio e prestigio estetico.

Il grafico seguente illustra le variazioni in atto dei pesi delle diverse tipologie all'interno della produzione italiana.

D.2. Indicazione della distribuzione territoriale degli impianti

Sono 241 le imprese industriali produttrici di piastrelle di ceramica operanti in Italia alla fine del 2002, attive in 326 stabilimenti

Dal punto di vista produttivo il settore risulta territorialmente molto concentrato, in modo particolare nel distretto industriale a cavallo delle province di Modena e Reggio Emilia, da dove origina oltre l'80% della produzione nazionale.

La concentrazione territoriale ha consentito lo sviluppo dei fattori competitivi che tipicamente caratterizzano i distretti industriali. Tra questi la creazione di industrie collegate alla produzione di piastrelle ceramiche e la diffusione di know how specifico del settore.

Per contro il fenomeno della densa concentrazione di aziende ha anche indotto una elevata percezione degli effetti ambientali indotti dall'attività produttiva.

Esistono poi altre concentrazione, sebbene minori, nelle zone di Imola e Faenza, nel Veneto, in Toscana e nel Salernitano.

Aree geografiche	*Quote di produzione*
Province di Modena e Reggio Emilia	80,15 %
resto Emilia Romagna	9,67%
resto Italia	10,17%

D.3. Numero di personale impiegato

Gli occupati diretti dell'industria delle piastrelle risultano, al 31 dicembre 2002, essere pari a 30.799 dipendenti.

D.4. Dati macroeconomici

Indicatori economici	*anno 2002*
ADDETTI (numero)	**30.799**
PRODUZIONE (milioni di m2)	**605,5**
VENDITE TOTALI (milioni di mq.) - Italia - Estero	**608,4** 170,7 437,7
FATTURATO TOTALE (milioni di €) - Italia - Estero	**5.319** 1.450 (27,26 %) 3.869 (72,74%)
INVESTIMENTI FISSI LORDI (milioni di €)	**268**
PRINCIPALI PAESI DI ESPORTAZIONE (milioni di m2) - Germania - Stati Uniti - Francia	 70,7 65,4 56,9

La forte propensione all'export del settore (72,7% del valore della produzione, contro la media del 30% dell'industria manifatturiera italiana) impone una particolare attenzione sulle dinamiche del mercato globale delle piastrelle.
La peculiare esperienza storica dell'industria italiana delle piastrelle è stata sostanzialmente riprodotta, in anni più recenti, anche in Spagna, dove si è formato un importante distretto industriale nei pressi della città di Valencia. Negli ultimi due anni la Spagna ha raggiunto un livello produttivo pari a quello italiano.
Oltre a questi due paesi, tradizionali esportatori di piastrelle, nel mercato globale si può notare la presenza di numerosi paesi emergenti (Turchia, Brasile, Messico, Indonesia) che possono giocare la carta del basso costo del lavoro e, in generale , di costi produttivi più contenuti, fattori competitivi rilevanti soprattutto nelle fasce di prezzo inferiori.
In media, i paesi concorrenti in questo settore si caratterizzano per un costo del lavoro inferiore del 15% rispetto a quello italiano. Ciò pone l'industria italiana delle piastrelle in ceramica in una posizione delicata.
Un caso a sé è rappresentato dalla Cina che, anche grazie a costi produttivi enormemente inferiori rispetto a quelli italiani, è divenuto in pochi anni il più grande produttore mondiale di piastrelle (attualmente produce circa 2.000 milioni di m2) pur mantenendo per ora quote di esportazione basse. È evidente che l'inevitabile incremento delle esportazioni da quel paese potrà portare

significativi riposizionamenti degli altri paesi esportatori soprattutto con riferimento alle fasce di mercato più economiche e alle aree geografiche di più facile accesso.

D.5. Impatto ambientale del settore

L'impatto ambientale del settore è oggetto di studio da oltre trent'anni nel Distretto di Sassuolo, per le motivazioni - precedentemente citate - legate a:

- concentrazione territoriale delle unità produttive,
- problemi ambientali riscontrati già a partire dai primissimi anni '70 (ad esempio fluorosi bovina in diverse stalle ubicate nel Distretto),
- frequenti superamenti degli Standard di Qualità Ambientale (SQA),
- conseguente necessità di promulgare regolamentazioni efficaci, tecnicamente fattibili ed economicamente sostenibili, in vista della riduzione degli impatti ambientali e del ripristino di condizioni di conformità con i citati SQA.

Una selezione degli studi più significativi - condotti in parte dal Centro Ceramico di Bologna, in parte dalle istituzioni ed organismi di controllo (ARPA) - è riportata nella tabella seguente.
Conviene fin d'ora sottolineare che i dati documentati negli studi sottoelencati e di seguito richiamati sono riferiti a prestazioni ambientali "spinte", certamente giustificate per aziende collocate in un contesto ambientale sensibile quale quello del Ditretto, non altrettanto per aziende isolate o collocate in altri contesti.

Rif.N°	*Anno*	*Titolo*
1	**1978**	C.Palmonari, G.Timellini, B.Bacchilega et al. "Inquinamento atmosferico da industrie ceramiche. Studio di un Comprensorio: Sassuolo", Ed. Centro Ceramico, Bologna, 1978 Volume di 304 pagine
2	**1983**	C.Palmonari, A. Tenaglia, G. Timellini - Inquinamento idrico da industrie ceramiche. Smaltimento e riutilizzo dei fanghi residui - Ed. Centro Ceramico, Bologna (1983), volume di 164 pagine
3		C.Palmonari, F.Cremonini, A.Tenaglia, G.Timellini, "Water pollution from ceramic industries. Disposal and re- use of waste sludges. Part 1. Characterization of waste water and sludges", Interceram, XXXII, N. 1, 40-42, and N. 2, 48. 49, (1983)
4		G.Timellini, A.Tenaglia, C.Palmonari, "Water pollution from ceramic industries. Disposal and re-use of waste sludges. Part 2. Technologies for the disposal and re use of ceramic sludges", Interceram, XXXII, N. 4, 25-29, (1983)
5	**1989**	C.Palmonari, G.Timellini, "Air pollution from the Ceramic Industry: Control Experiences in the Italian Ceramic Tile Industry", Ceram.Bull., 68, n.8, 1464-1469 (1989)
6	**1995**	G.Busani, C.Palmonari, G.Timellini, "Piastrelle ceramiche & ambiente. Emissioni gassose, acque, fanghi, rumore", Ed. EDI.CER, Sassuolo, 1995 Volume di 428 pagine
7		G.Busani, G.Timellini, "European proposals and directives on energy tax and environmental product and process certification: application and perspectives for the ceramic tile industry", Proc. 4th Euro Ceramics, Vol. 13, Faenza Ed. (1995), 59p
8	**1998**	G.Nassetti et al. "Piastrelle ceramiche & energia. Banca dati dei consumi energetici nell'industria delle piastrelle ceramiche" Ed. Centro Ceramico, Bologna, 1998 - Volume di 118 pagine
9		Assopiastrelle, SNAM, "Piastrelle di ceramica e refrattari. Rapporto integrato 1998 Ambiente, Energia, Sicurezza Salute, Qualità", Ed. EDI.CER, Sassuolo, 1998 Volume di 66 pagine
10	**2000**	G.Busani, F.Capuano, "Quality and environmental management systems in homogeneous manufacturing areas. Environmental impact of the ceramic industry in its geographic context", Proc. Qualicer 2000, Ed. Camara Oficial de Comercio, Castellon, 2000 Vol. 1, Con-77-92
11		C.Palmonari,G.Timellini, "The environmental impact of the ceramic tile industry. New approaches to the management in Europe", J. Aust. Ceram. Soc., 36, n.2, 23-33 (2000)
12	**2001**	C.Rinaldi, A.Fregni, C.Palmonari, G.Timellini "Methodology for life cycle assessment of ceramic floor and wall tiles. Application in BAT definition for ceramic tile industry", Proc. 7[th] European Ceramic Society Conference, Trans. Techn. Pub., Zurich, 829-834p (2001)

13	2002	G.Timellini, C.Palmonari, "The European ceramic tile industry and the new approach to Environmental protection", in Environmental issues and waste management technologies in the ceramic and nuclear inustries, Ed. Am.Cer.Soc, Westerville, Ohio, USA, 75-84p (2002)
14		G.Timellini, C.Palmonari, " Ceramic floor and wall tile: an ecological building material", Proc. 11th European Symp. on Ecological Building, Vibe, Bruxelles, 78-86p (2002)
15		C.Palmonari, G.Timellini, "L'industria italiana delle piastrelle di ceramica e la tassazione per l'emissione di gas serra" Cer.Acta, 14, n. 3-4, 58-65p (2002)
16		G.Timellini, A.Fregni, G.Busani, G.Casoni, L.Breedveld, "Prestazioni e costi delle tecniche di trattamento delle emissioni gassose nell'industria ceramica italiana" Cer.Acta, 14, n. 5-6, 78-85p (2002) Estratto da Techn. Report inviato a AHWG "Cross media & Economics", Siviglia, Marzo 2002.

Questi studi hanno portato a:

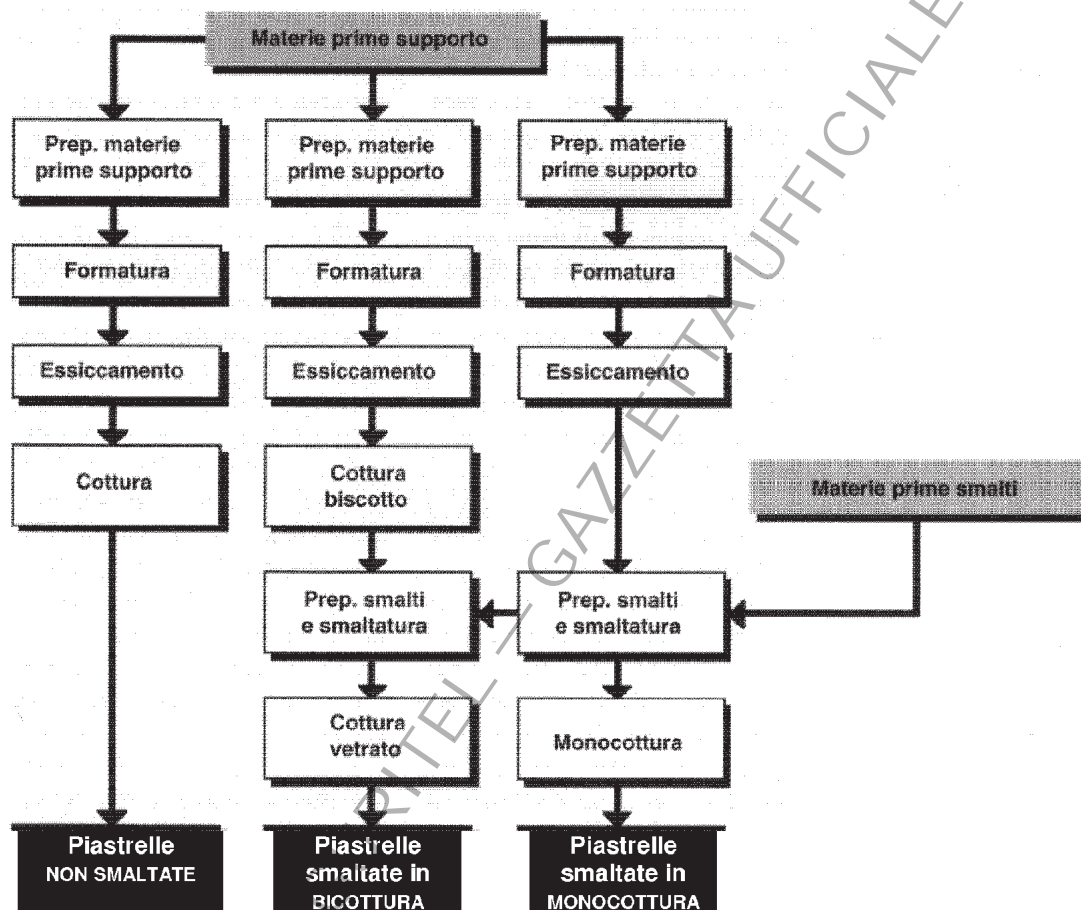
- **identificare**, fra gli impatti ambientali applicabili, quelli più rilevanti e significativi. Questi sono:
  - **emissioni gassose** (in particolare, quelle dei seguenti inquinanti: materiale particellato, fluoro e piombo);
  - **consumi ed effluenti idrici**;
  - **rifiuti/residui** di produzione e depurazione
  - **consumi energetici** ed emissione di gas serra (CO_2)
  - **rumore**
- **quantificare** i citati impatti, in funzione di prodotto, processo, impianto, modalità di gestione, per mezzo di fattori di emissione e valori specifici di consumo, scarico, etc.
- prospettare e sperimentare **tecniche di prevenzione e riduzione** dell'inquinamento, sia mediante interventi di depurazione, sia attraverso interventi sul processo e/o sulle tecniche di fabbricazione.

Questo studi documentano altresì il notevole progresso tecnologico che ha caratterizzato il settore negli ultimi due-tre decenni, quantificando la significativa riduzione di impatto ambientale prodotta dalle tecniche e tecnologie progressivamente adottate.

Per quanto concerne specificamente il rumore, alla riconosciuta importanza di questo fattore di impatto non corrisponde la possibilità di fornire valori medi o tipici del rumore al perimetro dell'impianto, data l'influenza significativa sia del lay-out dello stabilimento e della posizione rispetto al confine delle sorgenti di emissione sonora, sia anche – situazione tipica nel distretto di Sassuolo - delle sorgenti di emissione vicine. La guida, come si vedrà più oltre, è rappresentata dai limiti di legge. Si rimanda al Rif. 6 per ulteriori approfondimenti.

E. Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili

Il ciclo tecnologico di fabbricazione delle piastrelle di ceramica è rappresentato in Fig. E.1.

Fig. E.1 - Ciclo tecnologico di fabbricazione delle piastrelle di ceramica

Materie Prime per il supporto

Gli impasti per il supporto contengono:

- una **frazione argillosa**, con funzione plastificante;
- una **frazione sabbiosa**, con funzione smagrante;
- una **frazione carbonatica e/o feldspatica**, con funzione fondente.

Taluni prodotti - ad esempio, maiolica, cottoforte, monocottura rossa, cotto - si ottengono a partire da un impasto naturale (una miscela di argilla, sabbia e carbonati e/o feldspati, reperibile in natura). Gli impasti carbonatici trovano impiego nella produzione di prodotti a struttura porosa (ad esempio, maiolica e cottoforte), mentre gli impasti con fondenti feldspatici sono quelli tipici dei prodotti greificati (ad esempio, grès porcellanato).

Le materie prime citate - in modo particolare, le argille - contengono varie impurità. Fra queste vanno annoverati composti del fluoro (vedi Rif. 1). Tali impurità, per quanto presenti in tenori assai ridotti, sono all'origine di emissioni di composti del fluoro in fase di cottura. Tali emissioni possono essere di intensità tale da costituire un impatto ambientale significativo.

Molti impasti - in modo particolare, quelli per prodotti smaltati - contengono anche **residui di produzione** (scarto crudo, scarto cotto, polveri separate dai filtri, fanghi da trattamento acque, etc.), che possono essere sia di provenienza interna allo stabilimento, sia di provenienza esterna.
Gli impasti per grès porcellanato non smaltato possono contenere **coloranti** (costituiti da pigmenti a base di ossidi metallici), s**biancanti** (ad esempio, sabbie zirconifere).
Gli impasti destinati ad essere preparati con il processo a umido contengono **deflocculanti** (silicato di sodio, trpolifosfato di sodio, etc.).

Materie prime per gli smalti
Con il termine smalto si intende un sottile strato, di natura vetrosa, applicato sulla superficie di un prodotto ceramico per impartire alcune desiderate caratteristiche estetiche (colore, brillantezza decorazione) e tecniche (durezza, impermeabilità, pulibilità).
Le materie prime per gli smalti comprendono **fritte** (vetri di predefinita composizione, sotto forma di graniglia, preparati allo scopo mediante fusione e rapido raffreddamento in acqua del fuso), **sabbia silicea, caolino, pigmenti coloranti, opacificanti**. Gli smalti contengono anche altri additivi (**deflocculanti, adesivi, disperedenti**, etc.), molti dei quali di natura organica.

Nella seguente Tab. E.I vengono sintenticamente descritte le diverse fasi che compongono il ciclo tecnologico precedentemente descritto, specificando i principali impianti correntemente utilizzati nell'industria italiana delle piastrelle di ceramica. Fra tali impianti compaiono anche quelli di trattamento/depurazione delle emissioni gassose e delle acque reflue, in esercizio - in conformità con le prescrizioni legislative e regolamentative richiamate nel § C - fin dal 1980.

Tab. E.I - Fasi, processi e impianti nell'industria italiana delle piastrelle di ceramica.

Fase	*Processo*	*Materiale in ingresso*	*Materiale in uscita*	*Impianti principali*
Preparazione materie prime supporto	**Preparazione polveri Processo a secco**	Materie prime per il supporto	Polvere per pressatura (umidità 4-6 %)	♦ Mulini a secco (granulatori e finitori; a martelli, a coni, ad anelli) ♦ Vibrovagli ♦ Bagnatrici ♦ Granulatori ♦ Dispositivi per trasporto e stoccaggio polveri ♦ Dispositivi di aspirazione e ricambio aria ♦ Filtri a maniche per depurazione emissioni gassose
	Preparazione polveri Processo a umido	Materie prime per il supporto	Polvere per pressatura (Atomizzato) (umidità 4-6 %)	♦ Mulini a palle discontinui ♦ Mulini a palle continui ♦ Vibrovagli ♦ Miscelatori e vasche deposito barbottina ♦ Essiccatoio a spruzzo ♦ Dispositivi per trasporto e stoccaggio polveri ♦ Dispositivi di aspirazione e ricambio aria ♦ Filtri a maniche per depurazione emissioni gassose (da aspirazioni e da essiccatoio a spruzzo)

Preparazione materie prime supporto	**Preparazione paste**	Materie prime per il supporto	Pasta per estrusione (umidità 15 % circa)	◆ Molazze, mulini ad anelli, impastatrici a rulli ◆ Dispositivi di aspirazione e ricambio aria ◆ Filtri a maniche per depurazione emissioni gassose
Formatura	**Pressatura**	Polvere per pressatura	Piastrelle "verdi" (umidità 4-6 %)	◆ Presse idrauliche ◆ Dispositivi di aspirazione e ricambio aria ◆ Filtri a maniche per depurazione emissioni gassose
	Estrusione	Pasta per estrusione	Piastrelle "verdi" (umidità 15 %)	◆ Estrusori
Essiccamento		Piastrelle "verdi"	Piastrelle essiccate (umidità < 1 %)	◆ Essiccatoi (ad aria calda) verticali ◆ Essiccatoi orizzontali
Preparazione smalti		Materie prime per gli smalti	Smalti (barbottine con 50 % d'acqua; paste serigraiche)	◆ Mulini a palle discontinui ◆ Vibrovagli ◆ Dispositivi di aspirazione e ricambio aria ◆ Filtri a maniche per depurazione emissioni gassose
Smaltatura		Piastrelle essiccate (Biscotto, in caso di bicottura) Smalti	Piastrelle smaltate	◆ Linee di smaltatura con dispositivi di applicazione a campana, a disco, con aerografo, e macchine serigrafiche ◆ Dispositivi di aspirazione e ricambio aria ◆ Filtri a maniche per depurazione emissioni gassose ◆ Impianto trattamento acque reflue (chimico-fisico)
Cottura		Piastrelle essiccate Piastrelle smaltate	Piastrelle cotte	◆ Forni rapidi monostrato ◆ Filtri a maniche con prerivestimento (calce) per depurazione emissioni gassose
Levigatura		Piastrelle cotte (grès porcellanato non smaltato) Dischi abrasivi	Piastrelle levigate	◆ Macchine levigatrici ◆ Dispositivi di aspirazione e ricambio aria ◆ Filtri a maniche per depurazione emissioni gassose ◆ Impianto trattamento acque reflue (chimico-fisico)
Scelta e confezionamento		Piastrelle cotte Scatole ed altro mat. di imballaggio (reggette, pallet, sacchi di plastica termoretraibili)	Confezioni di piastrelle Versato a magazzino	◆ Macchine e linee di scelta ◆ Macchine e linee di confezionamento ◆ Forno per termoretraibile

Note alla Tabella E.1
I forni di cottura delle piastrelle sono nella grandissima maggioranza forni monostrato a rulli (forni rapidi).
Infatti, i forni rapidi monostrato ammontano a:
471, a coprire l'intera produzione nazionale di monocottrua e grès porcellanato. Tali prodotti rappresentano l'85 % della produzione nazionale totale.
135, contro 211 a tunnel (incidenza: 40 %), per la cottura degli altri prodotti (in particolare, cotto, maiolica e cottoforte in bicottura, etc.), i quali rappresentano il 15 % della produzione nazionale totale.
Si può dunque stimare che complessivamente il 91% della produzione nazionale totale di piastrelle venga fabbricato utilizzando forni rapidi monostrato.

La grande maggioranza delle unità produttive italiane di fabbricazione di piastrelle di ceramica rientra nel campo di applicazione della direttiva IPPC.

- Superano infatti la soglia di capacità produttiva di 75 t/d le unità - la grande maggioranza oggi - in grado di produrre più di 4200 m^2/d di piastrelle da pavimento con peso medio 18 kg/m^2, ovvero più di 6250 m^2/d di piastrelle da rivestimento di peso medio 12 kg/m^2.
- Quanto ai forni, quelli più diffusi sono del tipo "forni monostrato a rulli (forni rapidi), caratterizzati da una densità di carica non superiore a 40-50 kg/m^3 (quindi un ordine di grandezza inferiore rispetto al limite di 300 kg/m^3) ed un volume interno molto superiore a 4 m^3.

Nella successiva Tab. E.II vengono indicati, per ogni fase del ciclo tecnologico, i consumi di risorse (Input) e gli scarichi (Output) maggiormente significativi.

Tab. E.II - Principali e significativi consumi di risorse (Input) e scarichi (Output) associati alle diverse fasi del ciclo tecnologico di fabbricazione.

Fase	*Processo*	*Consumi - INPUT*			*Scarichi - OUTPUT*			
		Acqua	*Energia Termica*	*Energia Elettrica*	*Emissioni gassose*	*Acque reflue*	*Rifiuti solidi*	*Rumore*
Preparazione materie prime supporto	**Preparazione polveri Processo a secco**							
	Preparazione polveri Processo a umido							
	Preparazione paste							
Formatura	**Pressatura**							
	Estrusione							
Essiccamento								
Preparazione smalti								
Smaltatura								
Cottura								
Levigatura								
Scelta e confezionamento								

F. Quadro delle tecniche utilizzate, ai fini dell'identificazione delle BAT

F.1. Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per lo specifico settore

Come noto sono ancora in corso i lavori per la predisposizione del BRef comunitario per il settore ceramico. A giugno 2005 è stato pubblicato il secondo Draft del documento che contiene la versione provvisoria del Capitolo 5 di individuazione delle BAT.

Un altro contributo organico a livello transnazionale è rappresentato dal lavoro coordinato da Cerame Unie (e dalla CET, specificamente per il settore delle piastrelle di ceramica) quale proposta/bozza di BRef. All'analisi del settore delle piastrelle di ceramica contenuta in questo documento l'Italia ha fornito un contributo significativo, come si conviene ad uno fra i paesi maggiori produttori europei di piastrelle di ceramica, riconosciuto come il più avanzato nell'attività di prevenzione e riduzione dell'impatto ambientale dei processi di fabbricazione e quello che impiega le tecniche e tecnologie a più elevata prestazione ambientale.

Il concetto di migliori tecniche e tecnologie su cui si basano i due documenti è quello indicato nella Direttiva IPPC funzionale all'obiettivo di conseguire l'elevata protezione dell'ambiente in forma integrata attraverso l'impiego delle tecniche ambientalmente più efficaci che siano economicamente applicabili nelle condizioni impiantistiche, gestionali, geografiche ed ambientali in cui opera l'impianto, in armonia con gli strumenti di pianificazione e programmazione del territorio.

In accordo alla definizione del D.Lgs 59/05 e dalla stessa Direttiva 61/96, i documenti richiamati individuano le BAT per l'esercizio, la manutenzione e la chiusura di un impianto ceramico, più efficaci ai fini di un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso, sviluppate su una scala tale da consentirne l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del comparto ceramico, in considerazione dei costi, dei vantaggi e dell'accessibilità da parte del gestore a condizioni ragionevoli.

Vengono privilegiati, ogniqualvolta sia possibile, interventi "primari" di prevenzione degli impatti ambientali, rispetto a misure "secondarie", basate su tecniche di abbattimento "end of pipe".

Nel seguito si riporta un elenco attraverso il quale, nel contributo di Cerame Unie, sono qualitativamente individuate le migliori tecniche disponibili per il settore delle piastrelle di ceramica. Si sottolinea che, a fronte dei vantaggi ambientali offerti, le tecniche di seguito elencate non configurano sempre effettive e reali alternative ad altre tecniche, essendo ognuna di esse caratterizzata da un campo di applicazione ottimale.

F.2. Le BAT per la riduzione dei consumi energetici

F.2.1. Risparmio energetico nell'essiccamento a spruzzo

- Macinazione a umido in continuo
- Macinazione a secco e granulazione
- Innalzamento del tenore in solido delle barbottina
- Innalzamento della temperatura di ingresso del gas
- Recupero di calore dal forno all'essiccatoio a spruzzo
- Recupero della polvere atomizzata e dello scarto crudo
- Cogenerazione con turbina a gas

F.2.2. Risparmio energetico nell'essiccamento delle piastrelle formate

- Ottimizzazione della ricircolazione dell'aria di essiccamento
- Recupero dell'aria di raffreddamento dei forni

- Essiccatoi orizzontali
- Cogenerazione con motore alternativo

F.2.3. Risparmio energetico nella cottura
- Impiego di impasti più fondenti e di composizioni tali da prevenire il cuore nero
- Sfruttamento ottimale della capacità produttiva
- Riduzione dello spessore delle piastrelle
- Miglioramento dell'efficienza energetica mediante interventi sulle variabili di processo
- Recupero dell'aria di raffreddamento nei bruciatori
- Essiccatoio a carrelli all'entrata del forno
- Sostituzione di impianti e tecnologia
- Sostituzione dei forni

F.3. Le BAT per il trattamento delle emissioni gassose

F.3.1. Emissioni gassose dal reparto di preparazione impasto
Tecnica migliore di trattamento: filtro a maniche di tessuto

F.3.2. Emissioni gassose dall'essiccatoio a spruzzo
Tecniche migliori di trattamento: filtro a maniche di tessuto, sistema di abbattimento a umido (tipo Venturi)

F.3.3. Emissioni gassose dal reparto formatura
Tecnica migliore di trattamento: filtro a maniche di tessuto

F.3.4. Emissioni gassose dal reparto essiccamento
Nessun trattamento appare giustificato, data la presenza trascurabile di inquinanti. L'emissione di materiale particellato può tuttavia essere minimizzata adottando le seguenti precauzioni di buona pratica:
- pulizia periodica degli essiccatoi
- pulizia dei nastri trasportatori fra presse ed essiccatoio
- revisione periodica del sistema di movimentazione delle piastrelle
- mantenere la portata d'aria al valore più basso richiesto dal processo

F.3.5. Emissioni gassose dal reparto di preparazione smalti e smaltatura
Tecnica migliore di trattamento: sistema di abbattimento a umido (tipo Venturi). E' applicabile anche il filtro a maniche di tessuto, in funzione della tecnica di smaltatura utilizzata.

F.3.6. Emissioni gassose dal reparto di cottura
Tecnica migliore di trattamento: filtro a maniche di tessuto con prerivestimento, per l'assorbimento dei composti del fluoro. In alternativa, sono indicati anche precipitatori elettrostatici di nuova generazione.

F.4. Le BAT per la riduzione dei consumi idrici, per la prevenzione e riduzione degli scarichi e per il trattamento delle acque reflue
Il piano di gestione delle acque di scarico industriali dipenderà dalla tipologia del processo, e dalle caratteristiche delle acque reflue da esso generate
I sistemi migliori per ridurre il consumo idrico e rendere minima l'emissione di inquinanti nelle acque sono il riutilizzo delle acque reflue e/o il trattamento delle acque destinate allo scarico

(comprendente almeno il trattamento di precipitazione chimica e chiariflocculazione - processo chimico-fisico - e la rimozione del boro mediante scambio ionico o osmosi inversa.

F.4.1. Riduzione del consumo idrico, mediante:
- ♦ valvole automatiche di arresto dell'erogazione al termine del servizio
- ♦ sistema automatico di lavaggio ad alta pressione
- ♦ passaggio a sistemi di depurazione a secco delle emissioni gassose
- ♦ installazione di sistemi di recupero smalto "sotto macchina"
- ♦ Installazione di rete di tubazioni per trasporto barbottina
- ♦ riciclo delle acque di lavaggio, dopo idoneo trattamento

F.4.2. Riutilizzo delle acque reflue
- ♦ è preferibile il riutilizzo nel medesimo processo e nel medesimo sito;
- ♦ è favorito in caso di adozione del processo a umido per la preparazione delle polveri per pressatura
- ♦ in caso di impossibilità di riutilizzo nel medesimo sito, le acque reflue - ed i fanghi - possono essere trasportati (su strada o mediante condotte) ad altro utilizzatore

F.4.3. Processi di trattamento delle acque reflue
- ♦ omogeneizzazione
- ♦ aerazione
- ♦ sedimentazione
- ♦ filtrazione
- ♦ adsorbimento su carbone attivo
- ♦ precipitazione chimica
- ♦ coagulazione e flocculazione (chiariflocculazione)
- ♦ scambio ionico
- ♦ osmosi inversa

F.5. Le BAT per la prevenzione, riduzione e trattamento dei rifiuti dai processi di fabbricazione delle piastrelle di ceramica

F.5.1. Rifiuti/residui da preparazione smalti e smaltatura
- ♦ riciclo nella fase di preparazione impasto
- ♦ riciclo nella produzione di fritte e smalti
- ♦ riutilizzo come additivi per altri prodotti

F.5.2. Scarto crudo
- ♦ riciclo nella fase di preparazione impasto. In caso di collocazione in discarica, richiede un preventivo processo di inertizzazione (da impresa autorizzata, secondo le vigenti disposizioni di legge)

F.5.3. Scarto cotto
- ♦ riutilizzo, previa macinazione, nel processo di produzione di materiali per edilizia. In caso di collocazione in discarica, non è richiesto alcun trattamento preliminare.

G. Le tecniche utilizzate e le relative prestazioni

Gli approfondimenti di seguito esposti si basano sulle conoscenze ed esperienze condotte dal e per l'industria italiana delle piastrelle, documentate e descritte nella Sez. D.5.

G.1. Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per l'industria italiana delle piastrelle di ceramica

L'industria italiana delle piastrelle di ceramica detiene alcune importanti e qualificanti leadership a livello europeo e mondiale - che permangono anche ora, dopo che paesi emergenti come la Cina hanno tolto all'Italia (ed all'Europa) il rango di paese maggiore produttore mondiale.

La prima leadership riguarda la qualità del prodotto. Sia dal punto di vista tecnico-prestazionale-funzionale, sia dal punto di vista estetico, di design. Come in precedenza documentato, l'Italia esporta ogni anno circa il 70 % della sua produzione: questa fortissima presenza sul mercato internazionale è il risultato della leadership in esame.

La seconda leadership riguarda la tecnologia di fabbricazione e le tecniche organizzative. L'industria impiantistica ceramica italiana "detta" il processo di innovazione a livello prima nazionale e poi mondiale, ed esporta tecnologia ed impianti in tutto il mondo: se, da un lato, tale mercato rafforza inevitabilmente la competizione delle industria ceramiche estere nei confronti dell'Italia, dall'altro questo primato tecnologico pone le industrie italiane sempre all'avanguardia. In conclusione, le industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica sono in media ad un livello tecnologico, impiantistico ed organizzativo superiore rispetto alle industrie degli altri paesi.

La terza leadership riguarda l'ambiente: l'industria italiana delle piastrelle di ceramica è, fra i corrispondenti settori industriali di ogni altro paese europeo o extra-europeo, quella che ha investito maggiori risorse, raggiungendo i più elevati livelli di prestazione ambientale. I maggiori investimenti sono stati effettuati per la depurazione delle emissioni gassose, a partire da oltre venticinque anni fa. Ma anche alla gestione delle acque, dei rifiuti-residui, del rumore sono state dedicate attività ed impegno. La forza motrice per gli interventi di prevenzione-riduzione dell'inquinamento è stata, inizialmente, la pressione legislativa (vedi § C).

Per l'industria italiana delle piastrelle di ceramica, il **concetto generale di migliori tecniche e tecnologie,** pur pienamente coerente con la definizione di BAT riportata nella Direttiva IPPC, è strettamente collegato agli aspetti sopra discussi: per l'industria italiana delle piastrelle di ceramica, le BAT corrispondono al migliore livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso, ed al rafforzamento della posizione di leadership tecnologica e produttiva a livello internazionale. Le principali innovazioni tecnologiche che hanno caratterizzato gli ultimi due decenni - lo sviluppo della monocottura, la progettazione, lo sviluppo e la diffusione della cottura rapida monostrato, l'introduzione della macinazione a umido discontinua a velocità variabile e continua, la pressatura isostatica, etc., accanto alla realizzazione e sperimentazione di impianti di trattamento degli effluenti e di tecniche di recupero dei concentrati di inquinanti risultanti da tali impianti - si sono sviluppate secondo il concetto generale sopra illustrato.

Per questo motivo si può dimostrare che **le tecnologie e tecniche *correntemente ed uniformemente* utilizzate dalle industria italiane produttrici di piastrelle di ceramica sono effettivamente le "migliori"** (quelle a più alte prestazioni ambientali, come documentato mediante la metodologia "cross media" descritta nel Rif. 16**) e sono "disponibili" a condizioni economicamente accettabili** (come documentato mediante la metodologia "Costi-efficacia" descritta nel medesimo Rif. 16).

In conclusione, **l'industria italiana delle piastrelle di ceramica può dimostrare di possedere e praticare già ora le BAT**.

G.2. Aspetti tecnici e tecnologici dell'industria italiana delle piastrelle di ceramica

In questa sezione, con riferimento agli impatti ambientali più significativi, identificati nella Sez. D (emissioni gassose, consumi ed effluenti idrici, rifiuti/residui di produzione e depurazione, consumi energetici ed emissione di gas serra) si procede a:

- identificare le tecniche e tecnologie correntemente e diffusamente utilizzate dalle industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica;
- documentare l'impatto dell'impiego di tali tecniche sui **valori annui di settore** di emissione di inquinanti, di utilizzo e scarico di acqua, di produzione di rifiuti, di consumo di energia.

G.2.1. Emissioni gassose

G.2.1.a. Tecniche e tecnologie adottate dalle industrie italiane delle piastrelle di ceramica

L'inquinamento atmosferico associato alla fabbricazione delle piastrelle di ceramica è oggetto di studio fin dagli anni '70 (vedi Rif. 1). Gli studi, le ricerche e le indagini statistiche condotte hanno permesso di accertare le correlazioni fra emissione di inquinanti in atmosfera e tipologia/tecnologica di fabbricazione (vedi Rif. 1, 5 e 6). I benefici ambientali associati alle principali innovazioni tecnologiche e produttive degli anni '80 - la monocottura in alternativa alla bicottura, la cottura rapida monostrato in alternativa alla cottura tradizionale in forno a tunnel ad alta sezione di carico - sono stati identificati e misurati. Oggi queste tecnologie - in particolare, la cottura rapida monostrato - sono generalmente diffuse sia in Italia che negli altri paesi produttori di piastrelle di ceramiche, per cui l'obiettivo di ridurre l'impatto sull'inquinamento atmosferico mediante interventi sul processo produttivo (interventi primari) è stato perseguito con determinazione e raggiunto.

Come indicato nella Sez. E, per la grande maggioranza delle unità italiane di fabbricazione di piastrelle di ceramica:

- tutte le emissioni gassose, con l'esclusione di quelle provenienti dagli essiccatoi dei prodotti formati, sono dotate di depuratore in grado di assicurare, con adeguata efficienza, la rimozione degli inquinanti maggiormente significativi (materiale particellato, composti del fluoro, composti del piombo);
- per la quasi totalità delle emissioni fredde (aspirazioni dai reparti di preparazione impasto, pressatura, smaltatura), sono adottati filtri a maniche di tessuto, in grado di assicurare - se correttamente dimensionati e gestiti - efficienze di abbattimento del materiale particellato variabili dal 90 a oltre il 98% (vedi Rif. 6);
- per gli essiccatoi a spruzzo sono adottati sia impianti a umido basati sul principio Venturi, sia filtri a maniche di tessuto. L'efficienza di abbattimento del materiale particellato varia da 85-90 a oltre il 98 % (vedi Rif. 6);
- per le emissioni calde (fumi dai forni di cottura), la tecnica riconosciuta come la più efficiente ed affidabile è quella basata sull'uso di filtri a maniche di tessuto, con pre-risvestimento in reagente solido (idrossido di calcio, carbonato di sodio) per l'assorbimento dei composti gassosi del fluoro;
- le emissioni calde possono contenere tenori variabili di Sostanze Organiche Volatili (SOV). L'emissione di SOV dipende dalla natura e dalla quantità degli additivi organici utilizzati, e dalle condizioni operative del forno. Tali emissioni, che possono includere sostanze odorifere, non vengono significativamente influenzate dai processi di depurazione sopra citati. Allo stato attuale delle conoscenze e delle esperienze l'adozione di processi di abbattimento specifici appare non giustificata: le emissioni di partenza sono già di intensità limitata, e le concentrazioni di SOV sono piuttosto basse (le SOV sono diluite in un'emissione di elevata intensità). In queste condizioni, i livelli tipici di efficienza di abbattimento dei post-combustori termici o catalitici, ed anche degli assorbitori a carboni attivi, sono tali da non prefigurare riduzioni significative in termini assoluti dell'emissione di SOV. In più, non è assicurato

l'abbattimento delle sostanze odorifere fino a livelli inferiori rispetto alla soglia olfattiva, per cui il problema odori potrebbe continuare a persistere. Per questi motivi il rapporto costi/efficacia associato alle tecniche in esame – quelle maggiormente utilizzate oggi – è decisamente sfavorevole per le emissioni da forni di cottura delle piastrelle di ceramica. Studi sono comunque in corso su questo tema.

In Italia - specificamente per il Distretto di Sassuolo - la riduzione di emissione di inquinanti in atmosfera associata al solo impiego di tecniche o tecnologie più pulite (come, ad esempio, la cottura rapida monostrato in alternativa alla cottura tradizionale in forno a tunnel) è stata considerata insufficiente ad assicurare il rispetto degli standard di qualità ambientale ed il risanamento del Distretto (vedi Rif. 1). Al contrario, a causa della straordinaria concentrazione di stabilimenti ceramici fonte di inquinamento atmosferico entro i limitati confini del Distretto delle ceramiche, le autorizzazioni sono state concesse a fronte della predisposizione anche di impianti di depurazione con i livelli di efficienza di abbattimento sopra indicati.

Nota: Nel seguito si riportano i limiti di concentrazione di inquinanti applicati nella Regione Emilia-Romagna in linea generale alle industrie produttrici di piastrelle di ceramica: limiti che hanno reso di fatto obbligatoria, a partire dal 1980, l'installazione dei depuratori sopra citati. A fronte dell'uso della depurazione - con i livelli di efficienza di abbattimento sopra richiamati - è risultato fortemente ridotto il peso di interventi "primari" quali, ad esempio, la selezione di materie prime a più basso contenuto di fluoro.

Emissioni gassose da:	Concentrazione massima di inquinante nell'emissione depurata (mg/Nm^3)				
	Materiale particellato	Composti del Fluoro	Composti del Piombo	Sostanze Organiche Volatili (SOV)	
				C organico totale	Aldeidi
Impianti di macinazione, essiccamento a spruzzo, pressatura	30				
Linee di smaltatura	10				
Forni di cottura	5	5	0,5	50	20

G.2.1.b. Valori annui dell'industria italiana delle piastrelle di ceramica

Il peso delle tecniche sopra discusse sull'immissione di inquinanti in atmosfera può essere valutato mediante il confronto, condotto nella Tabella seguente, fra emissione potenziale ed emissione attuale di inquinanti, associate all'intero settore (scala di Distretto e scala nazionale).

Tab. G.I - Anno 1999 - Emissione annua di inquinanti con le emissioni gassose*, da industrie ceramiche nel Distretto di Sassuolo (vedi* ***Rif. 10*** *e* ***13****).*

Emissione potenziale = emissione che si avrebbe in assenza dei depuratori attualmente installati.

Emissione attuale = emissione calcolata sulla base delle efffettive prestazioni dei depuratori attualmente in esercizio.

Inquinante	*Emissione potenziale (t/anno)*	*Emissione attuale (t/anno)*
Composti del fluoro	$2,2*10^3$	180
Materiale particellato	$280*10^3$	1 700
Composti del piombo	390	45

Nota: Si può stimare che i valori riportati in questa tabella rappresentino l'80 % dei corrispondenti valori di emissione su scala nazionale.

G.2.2. Fabbisogni, consumi e scarichi idrici

G.2.2.a Tecniche e tecnologie adottate dalle industrie italiane delle piastrelle di ceramica

L'industria ceramica delle piastrelle ha fabbisogni idrici relativamente elevati. Serve acqua infatti:

- per la macinazione ad umido delle materie prime per il supporto e per gli smalti,
- come costituente degli impasti e degli smalti,
- per il raffreddamento delle centraline delle presse
- per il lavaggio dei mulini e delle linee e reparti di smaltatura
- per la levigatura del grès porcellanato.

I processi di lavaggio generano acque reflue, contenenti quantità variabili ma generalmente assai consistenti di sostanze inquinanti, considerate nella legislazione sulle acque e sugli scarichi idrici (solidi in sospensione, metalli in sospensione e in soluzione, composti del boro, sostanze organiche, etc.).

Fino agli anni '80 l'industria italiana delle piastrelle di ceramica era prevalentemente orientata allo scarico delle acque reflue - ovviamente previa depurazione, in modo da assicurare la conformità con i requisiti di qualità fissati dalla legislazione vigente per le acque destinate allo scarico, sia in corpi idrici superficiali che in fognatura. Furono sviluppate, sperimentate ed applicate diverse tecniche di trattamento, comprendenti i seguenti processi (vedi Rif. 6):

- **sedimentazione**, per la rimozione dei solidi sospesi;
- **chiariflocculazione**, per la rimozione delle particelle in sospensione di granulometria più fine;
- **precipitazione chimica**, per la rimozione dei metalli;
- **scambio ionico**, per la rimozione dei composti del boro (resina anionica selettiva per l'anione borato);
- **osmosi inversa**, sempre per la rimozione del boro.

A partire orientativamente dagli anni '90 l'industria italiana delle piastrelle di ceramica ha cambiato decisamente approccio: sono state perciò sviluppate, sperimentate e sempre maggiormente applicate tecniche di riciclo delle acque reflue, dapprima all'interno dello stesso stabilimento che le generava, poi anche in altri stabilimenti (vedi Rif. 6). Le acque riciclate potevano essere destinate o alla preparazione dell'impasto (acqua di macinazione), o ai lavaggi, e quindi potevano richiedere diversi gradi di depurazione, o addirittura non richiedere alcun trattamento preventivo. Il riciclo delle acque reflue unisce importanti vantaggi ambientali - la riduzione dello scarico nell'ambiente di acque inquinante e la contestuale riduzione degli emungimenti di acque fresche - a interessanti vantaggi economici per l'azienda, che risparmi sia sui trattamenti delle acque reflue, sia soprattutto nella gestione dei rifiuti/residui di depurazione (fanghi, eluati, etc.).

G.2.2.b. Valori annui dell'industria italiana delle piastrelle di ceramica

I dati riportati nella Tabella seguente forniscono un'indicazione di massima della dimensione del problema idrico per l'industria italiana delle piastrelle di ceramica, evidenziando in termini quantitativi i vantaggi ambientali del riciclo. In Italia, a livello globale di settore, si può stimare che il riciclo copra più della metà del fabbisogno idrico. Quasi nessuna azienda ceramica del Distretto scarica all'esterno acque reflue di processo.

Tab. G.II - Anno 1999 - Fabbisogni e consumi idrici *del settore ceramico nel Distretto di Sassuolo (vedi **Rif. 10**).*

Fabbisogno idrico (* 10^6 m^3/anno)	Quantità di acqua necessaria per la produzione delle piastrelle di ceramica	**7**
Consumo idrico (* 10^6 m^3/anno)	Parte del fabbisogno soddisfatta mediante prelievi di acque dall'ambiente (acquedotto, pozzo, etc.)	**3,2**

Nota: Si può stimare che i valori riportati in questa tabella rappresentino l'80 % dei corrispondenti valori di emissione su scala nazionale.

Attualmente il riciclo delle acque reflue trova qualche limitazione in più nel peso crescente che, a livello nazionale, è venuta assumendo la produzione di grès porcellanato (non smaltato): un prodotto che, per le sue caratteristiche e per l'esigenza di resa produttiva, richiede un più severo controllo della composizione sia delle materie prime, sia anche di eventuali materiali di recupero: incluse le acque reflue.

G.2.3. Rifiuti/residui di produzione e depurazione

G.2.3.a. Tecniche e tecnologie adottate dalle industrie italiane delle piastrelle di ceramica

Le industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica si sono rese conto ben presto che una delle componenti di costo maggiormente significative associate alla depurazione delle emissioni gassose ed al trattamento delle acque era rappresentata dallo smaltimento dei rifiuti/residui di depurazione. Parimenti esse hanno anche direttamente sperimentato l'inutilità, oltre che il danno (sia ambientale che anche economico) di misure non risolutive ma solo dilatorie, come l'accumulo più o meno indiscriminato e scorretto (vedi Rif. 6). Di qui l'interesse a sperimentare tecniche e tecnologie di recupero/riutilizzo/riciclo dei rifiuti/residui - anche con la collaborazione della ricerca istituzionale: in particolare, del Centro Ceramico, il centro settoriale di ricerca e sperimentazione. Il risultato di queste attività è lo sviluppo di impasti per piastrelle contenenti tenori variabili di materiali di riciclo, e di procedure e tecniche di fabbricazione in grado di assicurare, anche in queste condizioni, livelli accettabili di qualità e di resa produttiva. Oggi quasi tutti gli impasti per monocottura prodotti e lavorati in Italia contengono, nella loro formulazione, tenori significativi di rifiuti/residui di produzione/depurazione, di origine interna o esterna allo stabilimento. Limitazioni in questa pratica si incontrano solo per il grès porcellanato, il quale, per le sue caratteristiche intrinseche ed ai fini del mantenimento d livelli accettabili di qualità e resa produttiva, impone criteri severi di qualità e di composizione alle materie prime per l'impasto.

Fra i rifiuti/residui associati alla fabbricazione delle piastrelle d ceramica, quelli di più problematico riutilizzo in ceramica sono la calce esausta da depurazione fumi ed i fanghi di levigatura del grès porcellanato. Attività di ricerca sono tuttora in corso per trovare alternative, valide dal punto di vista tecnico, economico ed ambientale, alla collocazione in discarica. I risultati finora raggiunti non appaiono ancora applicabili a livello industriale.

G.2.3.b. Valori annui dell'industria italiana delle piastrelle di ceramica

Il problema rifiuti a livello settoriale è quantificato nella Tabella seguente, che riporta indicazioni anche sulle diverse destinazioni (riutilizzo interno o esterno, smaltimento diretto, smaltimento previo trattamento di inertizzazione).

Tab. G.III - Anno 1999 - Rifiuti/residui di produzione e depurazione *del settore ceramico nel Distretto di Sassuolo (vedi* ***Rif. 10****).*

Rifiuto/Residuo	*Produzione*[1] *(* 10^3 *t/anno)*	*Destinazione (%)*		
		Riutilizzo interno o esterno	*Smaltimento diretto in discarica*	*Smaltimento previo trattamento*
Scarto crudo	**200**	**100**	**---**	**---**
Scarto cotto	**190**	**90**	**10**	**---**
Fanghi da trattamento acque	**45**	**90**	**---**	**10**
Calce esausta da trattamento fumi	**8**	**30**	**---**	**70**
Fanghi di	**43**	**---**	**100**	**---**

levigatura				

(1) Rif. materiale secco

Nota: Si può stimare che i valori riportati in questa tabella rappresentino l'80 % dei corrispondenti valori di emissione su scala nazionale.

G.2.4. Consumi energetici

G.2.4.a. Tecniche e tecnologie adottate dalle industrie italiane delle piastrelel di ceramica

L'industria delle piastrelle di ceramica deve essere considerata come un'attività ad elevata richiesta di energia: in particolare di energia termica - combustibile, più precisamente gas naturale - per le operazioni di essiccamento delle polveri per pressatura (atomizzazione) e del prodotto formato, e di cottura. L'industria delle piastrelle di ceramica si distingue, fra la generalità dei settori industriali, per l'intensità dell'impegno e delle risorse allocate, nonché per la rilevanza dei risultati ottenuti, per la riduzione dei consumi energetici. I primi anni '80 hanno visto - promosso e realizzato soprattutto dall'industria italiana degli impianti e delle piastrelle - un esteso processo di ristrutturazione energetica, che si è concluso con l'introduzione di tecniche e soluzioni impiantistiche a minore consumo energetico, come la monocottura (in sostituzione e parziale alternativa alla bicottura) e la cottura rapida monostrato. A queste innovazioni hanno fatto seguito, negli anni successivi, lo sviluppo di tecniche di preparazione dell'impasto ottimizzate dal punto di vista tecnico ed energetico (granulazione, macinazione a umido a velocità variabile) o decisamente innovative (macinazione a umido in continuo). Ed un'attenzione maggiore alla razionalizzazione dei consumi (attenzione invero di intensità variabile nel tempo, e maggiore nei periodi con più elevata incidenza dell'energia sui costi di fabbricazione). Nell'industria italiana delle piastrelle di ceramica vi sono diverse esperienze di applicazione della cogenerazione. L'impiego di questa tecnica, potenzialmente vantaggiosa sia dal punto di vista ambientale che da quello energetico (ed economico), ha trovato in Italia - a differenza che in altri paesi, come la Spagna - un ostacolo nella difficoltà di disporre in modo economicamente conveniente del surplus di energia elettrica prodotto.

Giova ribadire quanto già in precedenza osservato, che le tecnologie di fabbricazione sopra citate sono già patrimonio comune dell'industria ceramica non solo italiana ma europea e mondiale (dato che la grandissima maggioranza delle piastrelle fabbricate nel mondo nascono da impiantistica italiana).

Ai consumi energetici sono associati due distinti problemi o impatti ambientali: il consumo di risorse naturali non rinnovabili (i combustibili fossili), e la produzione ed immissione in atmosfera di gas contribuenti all'effetto serra (come l'anidride carbonica).

G.2.4.b. Valori annui dell'industria italiana delle piastrelle di ceramica

La Tabella di seguito riportata rappresenta sinteticamente la situazione globale del settore rispetto al consumo di energia termica (di gas naturale) ed all'emissione di CO_2. Vengono proposti valori relativi al periodo 1971-2001. Gli aspetti da considerare sono i seguenti:

- il consumo specifico di gas naturale è oggi (2001) pari a circa la metà del consumo specifico che si aveva prima del 1980, e dunque antecedentemente alla ristrutturazione energetica più sopra tratteggiata;
- la penetrazione di tale ristrutturazione energetica e la capillare diffusione delle nuove tecnologie e soluzioni impiantistiche sono documentati ed evidenti nel periodo 1980- 1990;
- a livello globale di settore, attualmente l'industria italiana delle piastrelle emette ogni anno la stessa quantità di CO_2 dei primi anni '80, quando la produzione era circa la metà di quella attuale.

Tab. G.IV - Consumi energetici ed emissione di gas serra. *Industria italiana delle piastrelle di ceramica: dati di consumo di combustibile e di emissione di anidride carbonica dal 1971 al 2001 (vedi **Rif. 15**).*

Anno	*Consumo specifico di gas naturale*	*Consumo specifico di energia termica (1)*	*Emissione specifica di CO_2 dal combustibile (2)*	*Produzione Italiana di piastrelle di ceramica*	*Consumo TOTALE di gas naturale*	*Consumo TOTALE di energia termica*	*Emissione diretta TOTALE di CO_2*
	[Sm^3/m^2]	[$kcal/m^2$]	[kg/m^2]	[10^6 m^2/anno]	[10^6 Sm^3/anno]	[10^9 kcal/anno]	[10^6 t/anno]]
	(a)	(b)= (a)*8200	(c)=(b)*0.23*10^{-3}	(d)	(e)=(a)*(d)	(f)=(b)*(d)*10^{-3}	(g)=(c)*(d)*10^{-3}
1971	4,79	39.278	9,0	178	853	6.991	1,6
1972	4,99	40.918	9,4	181	903	7.406	1,7
1973	4,68	38.376	8,8	215	1.006	8.251	1,9
1974	5,14	42.148	9,7	230	1.182	9.694	2,2
1975	5,93	48.626	11,2	192	1.139	9.336	2,1
1976	5,15	42.230	9,7	256	1.318	10.811	2,5
1977	5,42	44.444	10,2	264	1.431	11.733	2,7
1978	5,12	41.984	9,7	274	1.403	11.504	2,6
1979	5,03	41.246	9,5	291	1.464	12.003	2,8
1980	5,82	47.724	11,0	336	1.956	16.035	3,7
1981	4,87	39.934	9,2	339	1.651	13.538	3,1
1982	4,56	37.392	8,6	323	1.473	12.078	2,8
1983	4,36	35.752	8,2	310	1.352	11.083	2,5
1984	3,92	32.144	7,4	335	1.313	10.768	2,5
1985	3,59	29.438	6,8	311	1.116	9.155	2,1
1986	3,41	27.962	6,4	329	1.122	9.199	2,1
1987	3,31	27.142	6,2	350	1.159	9.500	2,2
1988	2,82	23.124	5,3	386	1.089	8.926	2,1
1989	2,84	23.288	5,4	434	1.233	10.107	2,3
1990	2,56	20.992	4,8	447	1.144	9.383	2,2
1991	2,50	20.500	4,7	432	1.080	8.856	2,0
1992	2,46	20.172	4,6	435	1.070	8.775	2,0
1993	2,49	20.418	4,7	459	1.143	9.372	2,2
1994	2,49	20.418	4,7	510	1.270	10.413	2,4
1995	2,50	20.500	4,7	562	1.405	11.521	2,6
1996	2,50	20.500	4,7	554	1.385	11.357	2,6
1997	2,52	20.664	4,8	572	1.441	11.820	2,7
1998	2,52	20.664	4,8	589	1.484	12.171	2,8
1999	2,52	20.664	4,8	606	1.527	12.522	2,9
2000	2,52	20.664	4,8	631	1.590	13.039	3,0
2001	2,52	20.664	4,8	638	1.608	13.184	3,0

(1) Potere calorifico inferiore medio del gas naturale in Italia: 8200 kcal/Sm^3
(2) Fattore di emissione di CO_2 riferito all'unità di energia prodotta bruciando gas naturale: 0,23 g/kcal = 0,23*10^{-3} kg/kcal

G.3. Aspetti ambientali: i consumi (energetici, idrici, di materie prime)

In questa sezione vengono riportati - desunti dai riferimenti documentali e bibliografici elencati in D.5 - i dati, relativi ai consumi, necessari per quantificare gli aspetti ambientali riconosciuti come rilevanti e significativi per il settore, nonché gli impatti ambientali associati alle tecniche e tecnologie precedentemente descritte.
I parametri di consumo che verranno utilizzati in questa sezione dovranno essere rappresentativi di diverse situazioni tecnologico-produttive, che potranno o dovranno essere poste a confronto. A

questo scopo, si ravvisa la necessità di fare ricorso a grandezze intensive: nel caso particolare, a **consumi specifici**, riferiti ad una conveniente e predefinita unità di produzione.
Nel caso di consumi specifici di fasi o impianti del processo di fabbricazione, ci si riferisce all'unità di prodotto in uscita dalla fase, mentre nel caso di consumo specifico di ciclo o di stabilimento ci si riferisce invece all'unità di prodotto finito versato a magazzino.
L'unità di misura per la produzione è, di volta in volta, l'unità di massa (1 kg o 1 t di prodotto/piastrelle) o l'unità di superficie, quella comunemente utilizzata nel settore delle piastrelle di ceramica (1 m^2 di piastrelle).
Come fattori indicativi di conversione dall'una all'altra unità, si possono utilizzare i seguenti (per piastrelle di ceramica ottenute per pressatura e di spessore "normale" - dunque, non per applicazioni speciali):

- peso medio per unità di superficie di piastrelle da rivestimento: 12-14 kg/m^2
- peso medio per unità di superficie di piastrelle da pavimento: 18-22 kg/m^2
- peso medio per unità di superficie delle piastrelle fabbricate in Italia: 20 kg/m^2

Dati di riferimento per la valutazione: per i consumi energetici - più precisamente, per l'emissione di CO_2 - viene calcolata l'emissione annua associata a diversi valori della produzione giornaliera, scelti in modo da coprire la maggioranza delle unità produttive italiane. I valori di emissione annua calcolati vengono posti a confronto con il valore di soglia secondo il DM 23/11/01, recante disposizioni e modalità per la dichiarazione delle emissioni come previsto dall'art. 12 del D.Lgs 59/05. Questo confronto permette una valutazione indicativa dell'intensità di un singolo stabilimento di fabbricazione di piastrelle di ceramica come sorgente di emissione di CO_2.
Sempre per i consumi energetici, come ulteriore elemennto di valutazione verrà proposto il "**fabbisogno energetico in cottura**" incluso fra i **criteri Ecolabel** per i materiali duri per pavimentazione (Decisione CE 1174/2002). Questo fabbisogno energetico identifica il livello di eccellenza ambientale di un prodotto.

G.3.1. I consumi energetici

I dati riportati nelle tabelle seguenti permettono alcune importanti valutazioni. Innanzi tutto, come dimostrato anche dal confronto fra i dati relativi agli impianti (Tab. G.V) ed i dati relativi agli stabilimenti (Tab. G.VI), il consumo è influenzato sia dalla tecnologia e dalla soluzione impiantistica adottata, sia anche dalla conduzione e gestione della produzione, ed in particolare dalla percentuale di utilizzo degli impianti.

Tab. G.V - Consumi specifici di energia termica ed energia elettrica degli impianti produttivi (con particolare riferimento agli impianti più significativi dal punto di vista del fabbisogno energetico) - Rif. 8.

Fase	*Processo*	*Consumo termico specifico (GJ/t)*	*Consumo elettrico specifico (GJ/t)*
Preparazione materie prime supporto	**Macinazione a secco**		**0,04 - 0,07**
	Macinazione a umido		**0,05 - 0,35**
	Essiccamento a spruzzo	**1,1 - 2,2**	**0,01 - 0,07**
Formatura	**Pressatura**		**0,05 - 0,15**
Essiccamento		**0,3 - 0,8**	**0,01 - 0,04**
Cottura		**1,9 - 4,8**	**0,02 - 0,15**

Tab. G.VI - Anno 1997-98: Consumo specifico totale medio di stabilimenti ceramici, al variare del tipo di prodotto e del ciclo di fabbricazione. Rif. 9

Tipo di prodotto/Ciclo	*Consumo specifico totale medio (GJ/t)*
Monocottura - Ciclo completo	**5,78**
Monocottura - Ciclo parziale (da polveri)	**3,50**
Grès porcelalnato - Ciclo completo	**6,37**
Grès porcellanato - Ciclo parziale /da polveri)	**3,12**
Bicottura - Ciclo completo	**4,67**
Bicottura - Ciclo parziale	**4,51**

Il consumo termico specifico in cottura, riportato in Tab. G.V (1,9-4,8 GJ/t) equivale ad un consumo specifico riferito al m^2 compreso fra

- **30-70 MJ/m^2** (14 kg/m^2) e
- **40-110 MJ/m^2** (22 kg/m^2).

Come riferimento per la valutazione, si consideri che il "**fabbisogno energetico in cottura**" incluso fra i **criteri Ecolabel** per i materiali duri per pavimentazione ammonta a:

- **50 MJ/m^2**, per piastrlele di peso non superiore a 19 kg/m^2
- **70 MJ/m^2**, per piastrelle di peso superiore a 19 MJ/m^2.

La dimensione degli stabilimenti italiani produttori di piastrelle di ceramica è, con riferimento all'emissione di gas serra - associata ai consumi di energia - relativamente modesta, come mostrato in Tab. G.VII. Si noti che gli stabilimenti di dimensioni tali da raggiungere il valore di soglia per l'emissione di CO_2 sono in numero ancora limitato.

***Tab. G.VII** - Capacità produttiva dell'impianto ed emissione di anidride carbonica.*
Riferimento: Programma produttivo forno: 329 d/anno

Produzione giornaliera (m^2/d)	*Emissione di CO2 (kg/anno)*	*Valore di soglia secondo DM 23/11/01 (kg/anno)*
5 000	**7 900 000**	**100 000 000**
10 000	**15 800 000**	
25 000	**39 500 000**	

G.3.2. I consumi di materie prime

Le materie prime per il supporto - le argille, le sabbie silicee, i feldspati, etc. - incidono per una percentuale compresa fra il 95 % ed il 100 % sul peso delle piastrelle di ceramica. L'aliquota rimanente, inferiore al 5 %, è associata: per le piastrelle non smaltate, come il grès porcellanato, ai pigmenti coloranti, agli sbiancanti, etc,; per le piastrelle smaltate, allo smalto.

Le materie prime per il supporto sono largamente diffuse in natura. Le esigenze di qualità associate a prodotti con speciali caratteristiche tecniche ed estetiche - ancora una volta, il grès porcellanato - impongono alle materie prime il rispetto di requisiti particolarmente severi, e di conseguenza costringono a fare ricorso a minerali e rocce di provenienza estera (argille da Ucraina, Germania, Francia; feldspati dalla Turchia, etc.).

Si può stimare che il consumo di materie prime per il supporto sia:

- per l'intero settore, di 12 milioni di tonnellate/anno
- per il Distretto di Sassuolo, di 10 milioni di tonnellate/anno.

Le tecniche di riciclo dei rifiuti di fabbricazione - scarto crudo, scarto cotto, fanghi, polveri filtri, etc. - consentono di risparmiare ogni anno, nel Distretto di Sassuolo, circa 400.000 tonnellate di materie prime (vedi il precedente § G.2.3.): un risparmio, dunque, dell'ordine del 4 %.

G.3.3. I consumi idrici

L'industria delle piastrelle di ceramica ha un fabbisogno idrico relativamente elevato, associato alle diverse funzioni che l'acqua è chiamata a svolgere (materia prima, raffreddamento, lavaggio, etc.). Una aliquota consistente dell'acqua in ingresso è destinata ad essere re-immessa nell'ambiente attraverso le emissioni gassose (acqua evaporata). All'impiego dell'acqua come fluido di lavaggio corrisponde generalmente la produzione di acque reflue.

Tab. G.VIII - Dati medi dei valori specifici di fabbisogno idrico e di produzione di acque reflue per i diversi prodotti/processi dell'industria delle piastrelle di ceramica. Rif. 9

Tipo di prodotto/Ciclo	*Fabbisogno idrico medio (m^3/1000 m^2)*	*Produzione specifica media di acque reflue (m^3/1000 m^2)*
Monocottura - Preparazione impasto a umido Grès porcellanato smaltato	**14-30**	**7-15**
Grès porcellanato non smaltato	**7-15**	**-**
Levigatura del grès porcellanato	**800**	**750**
Bicottura - Ciclo completo, con preparazione impasto a secco	**8-18**	**7-15**

Come precedentemente mostrato, il riutilizzo completo delle acque reflue, correntemente praticato dalle industrie ceramiche italiane, consente di ridurre significativamente i consumi. L'utilizzo di acque "fresche" prelevate dall'ambiente incide oggi, nel distretto di Sassuolo, per il 45 % del fabbisogno, essendo il rimanente 55 % coperto appunto dal riciclo delle acque reflue.

Si noti come questa tecnica di riciclo abbia effetti "collaterali" su diverse matrici ambientali (effetti "cross media") solo positivi e solo vantaggiosi dal punto di vista economico. Dal punto di vista ambientale, il riciclo riduce il consumo di acqua pulita, dunque di una risorsa critica, ancorchè - entro certi limiti - rinnovabile, riduce lo scarico di inquinanti nell'ambiente, riduce i costi economici ed ambientali della depurazione, finalizzata al raggiungimento della conformità con i requisiti di qualità delle acque destinate allo scarico, secondo la legislazione vigente. I costi ambientali della depurazione - costi evitati, nel caso di riciclo delle acque reflue - includono la produzione di fanghi e concentrati di inquinanti, del cui smaltimento nell'ambiente ci si deve ovviamente fare carico.

G.4. Aspetti ambientali: emissioni (in atmosfera, negli scarichi idrici, termiche, sonore, da vibrazione)

In questa sezione vengono riportati - desunti dai riferimenti documentali e bibliografici elencati in D.5 - i dati, relativi alle emissioni, necessari per quantificare gli aspetti ambientali riconosciuti come rilevanti e significativi per il settore, nonché gli impatti ambientali associati alle tecniche e tecnologie precedentemente descritte.

I parametri di emissione che verranno utilizzati in questa sezione dovranno essere rappresentativi di diverse situazioni tecnologico-produttive, che potranno o dovranno essere poste a confronto. A questo scopo, si ravvisa la necessità di fare ricorso a grandezze intensive: nel caso particolare, a **fattori di emissione**, riferiti ad una conveniente e predefinita unità di produzione.
Nel caso di fattori di emissione di fasi o impianti del processo di fabbricazione, ci si riferisce all'unità di prodotto in uscita dalla fase, mentre nel caso di fattori di emissione di ciclo o di stabilimento ci si riferisce invece all'unità di prodotto finito versato a magazzino.
L'unità di misura per la produzione è, di volta in volta, l'unità di massa (1 kg o 1 t di prodotto/piastrelle) o l'unità di superficie, quella comunemente utilizzata nel settore delle piastrelle di ceramica (1 m^2 di piastrelle).
Come fattori indicativi di conversione dall'una all'altra unità, si possono utilizzare i seguenti (per piastrelle di ceramica ottenute per pressatura e di spessore "normale" (non per applicazioni speciali):

- peso medio per unità di superficie di piastrelle da rivestimento: 12-14 kg/m^2
- peso medio per unità di superficie di piastrelle da pavimento: 18-22 kg/m^2
- peso medio per unità di superficie delle piastrelle fabbricate in Italia: 20 kg/m^2

Dati di riferimento per la valutazione. Le tabelle successive, relative alle emissioni in atmosfera, includono i dati di seguito specificati:

- **fattore di emissione prima di - o senza - depurazione**. Questi dati di emissione sono interessanti in quanto corrispondono praticamente alle tecniche di trattamento delle emissioni gassose in vigore in quasi tutti i paesi europei, ad esclusione dell'Italia (nessuna regolamentazione/prescrizione per le industrie produttrici di piastrelle di ceramica);
- **fattore di emissione** corrispondente al rispetto **essenziale** dei limiti di emissione in vigore nella Regione Emilia Romagna (concentrazione massima ammissibile nell'emissione): il fattore di emissione calcolato assumendo che la concentrazione di inquinante sia esattamente uguale al limite;
- **fattore di emissione** incluso fra i **criteri Ecolabel** per i materiali duri per pavimentazione (Decisione CE 1174/2002). Questi fattori di emissione identificano livelli di eccellenza delle prestazioni ambientali di un prodotto;
- emissione annua degli inquinanti principali, associata a diversi valori della produzione giornaliera, scelti in modo da coprire la maggioranza delle unità produttive italiane. I valori di emissione annua calcolati vengono posti a confronto con il valore di soglia secondo il DM 23/11/01.

G.4.1. Emissioni in atmosfera

In Tab. G.IX, estratta dal Rif. 6, sono riportati i fattori di emissione per fase/impianto (in g/kg), a monte ed a valle della depurazione, calcolati sulla base di molte migliaia di misure effettuate da ARPA, dal Centro Ceramico di Bologna e da altri laboratori nel quadro degli autocontrolli prescritti dalla regolamentazione regionale Emilia-Romagna.
La Tab. G.X è invece stata predisposta allo scopo di presentare i fattori di emissione globali di stabilimento - riferiti dunque all'intero ciclo di fabbricazione - e di confrontarli con i riferimenti per la valutazione in precedenza richiamati.
Si noti come l'emissione reale corrisponda in media ad un rispetto dei limiti prescritti con un discreto margine di sicurezza. In diversi stabilimenti, un'accorta attività di controllo e manutenzione degli impianti porta a valori del fattore di conformità ai limiti (pari al rapporto fra emissione reale ed emissione autorizzata) dell'ordine di 0,2-0,5.

Tab. G.IX - Fattori di emissione degli inquinanti principali presenti nelle emissioni gassose, a monte e a valle della depurazione, per le diverse fasi del processo di fabbricazione.

Prod.	Fase/ Emissione	Operazioni principali/ Emissioni	Portata specifica (Nm3/kg)	Pv		Pb		F	
				FEM (g/kg)	FEV (g/kg)	FEM (g/kg)	FEV (g/kg)	FEM (g/kg)	FEV (g/kg)
Piastrelle ceramiche	Prep. materie prime supporto	Macinazione a secco	6	40-56	0.08-0.11				
		Macinazione a umido	6	12.5-17.5	0.02-0.04 0.06-0.09				
		Essicc. a spruzzo (atomizzazione)	5	5.3	0.15				
	Formatura (pressatura)		5	6.5-7.8	0.01-0.02 0.05-0.06				
	Essiccamento								
	Prep. smalti e smaltatura	Macinazione smalti	5	0.45-0.68	0.02-0.03				
		Smaltatura							
		Soffiaggio piastrelle							
	Cottura	Grès porcellanato	3.5	0.05 (0.75)	0.007			0.08	0.008
		Biscotto	8	0.11-0.16 (1.75)	0.02			0.33-0.48	0.03-0.05
		Vetrato	8	0.10-0.27 (1.8)	0.02	0.01-0.03	0.001-0.003	0.18-0.50	0.02-0.05
		Monocottura	6	0.12-0.32 (1.4)	0.01	0.03-0.09	0.003-0.009	0.09-0.24	0.009-0.02
	Smussatura Levigatura								

Tab. G.X - Fattori di emissione degli inquinanti principali presenti nelle emissioni gassose, rilevati, calcolati o prescritti in diversi contesti.

Inquinante	*Fattore di emissione (g/m²)*			
	1 *Medio di stabilimento (Rif. 9)*	**2** *Senza depurazione (Rif. 9)*	**3** *Calcolato vs limiti emissione RER (Rif. 16)*	**4** *Criterio Ecolabel (Rif. 14 - 2002/272/EC Decision)*
Composti del fluoro	**0,4**	**4**	**0,6**	**0,2**
Materiale particellato	**6**	**700**	**7,5**	**5**
Composti del piombo	**0,05**	**1**	**0,05**	**---**
			Calcolato vs limiti emissione DM 12/07/90	
SO_x			**65**	**1,5**
NO_x			**65**	**2,5**

Note:

Fattore di Emissione 1 *Medio di stabilimento (Rif. 9)*	Può essere considerato rappresentativo delle **prestazioni reali medie** degli stabilimenti ceramici negli anni 1997-98
Fattore di Emissione 2 *Medio di stabilimento, calcolato per le emissioni non depurate (Rif. 9)*	Documenta l'emissione potenziale per l'Italia, e l'emissione reale di inquinanti negli altri paesi, per i quali non sono prescritti limiti di emissione tali da richiedere l'adozione di tecniche ed impiani d depurazione.
Fattore di Emissione 3 *Calcolato vs limiti emissione RER (Rif. 16)*	Calcolato assumendo che le emissioni gassose siano caratterizzate da concentrazioni di inquinanti esattamente corrispondenti ai limiti generali in vigore nella Regione Emilia Romagna. In sostanza, fornisce un'indicazione della **prestazione** corrispondente al rispetto **"essenziale"** dei limiti di legge.
Fattore di emissione 4 *Criterio Ecolabel (Rif. 14 - 2002/272/EC Decision)*	Incluso nei criteri per l'assegnazione del marchio Ecolabel alle piastrelle di ceramica (nell'ambito dei materiali duri per pavimentazione). I criteri ecolabel - e dunque questo fattore di emissione - intendono definire **prestazioni** ambientali di livello **"eccellente"**.

Infine, in Tab. G.XI, vengono calcolati, con i **Fattori di Emissione 3** della precedente tabella (corrispondenti al rispetto essenziale dei limiti di emissione in vigore in Italia - Regione Emilia-Romagna), i flussi di massa annui di inquinanti da stabilimenti di diversa dimensione. I risultati di questo calcolo vengono posti a confronto con l'apposito e precedentemente citato valore di soglia, col risultato che le unità produttive di maggiore dimensione (da 25 000 m^2/d in su) debbono considerarsi sorgenti di notevole intensità. Si può notare che il giudizio potrebbe essere significativamente mitigato se ai *valori autorizzati* si sostituissero i ***valori reali*** di emissione.

Tab. G.XI - Capacità produttiva dell'impianto ed emissione di inquinanti.

Inquinante			*Produzione dell'impianto (m2/d)*		
			5 000	*10 000*	*25 000*
Materiale particellato	*Flusso di massa annuo (kg/anno)*	*Calcolato*	**12 500**	**25 000**	**62 500**
		Valore di soglia		**50 000**	
Composti del fluoro		*Calcolato*	**1 000**	**2 000**	**5 000**
		Valore di soglia		**5 000**	
Composti del Piombo		*Calcolato*	**80**	**160**	**400**
		Valore di soglia		**200**	
Ossidi di azoto		*Calcolato*	**100 000**	**200 000**	**500 000**
		Valore di soglia		**100 000**	
Ossidi di zolfo		*Calcolato*	**100 000**	**200 000**	**500 000**
		Valore di soglia		**150 000**	

G.4.2. Emissioni negli scarichi idrici

Come precedentemente documentato, nell'industria italiana delle piastrelle di ceramica le acque reflue dal processo produttivo vengono pressoché integralmente riutilizzate/riciclate, o nella stessa unità produttiva, o in altro stabilimento. L'emissione negli scarichi idrici delle industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica può essere considerata nulla o comunque non significativa.

Si noti altresì che fra i criteri Ecolabel (Decisione CE 272/2002) è incluso il seguente: il quoziente di riciclo - rapporto fra acque reflue riciclate ed acque reflue prodotte - deve essere non inferiore al 90 %. Dunque solo il 10 % delle acque reflue può essere scaricato - ovviamente, nel rispetto delle prescrizioni di legge - dallo stabilimento in cui il prodotto candidato all'Ecolabel viene fabbricato. A prima vista questo criterio appare poco selettivo, se non si considerassero le crescenti difficoltà al riciclo delle acque, connesse, come in precedenza commentato, con la fabbricazione del grès

porcellanato, il prodotto oggi detentore della maggioranza relativa in termini di produzione nazionale.

G.4.3. Rumore

Le emissioni sonore nell'ambiente esterno sono prevalentemente riconducibili, nelle industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica, più agli impianti di depurazione delle emissioni gassose che non agli impianti produttivi. Non è possibile specificare valori indicativi/rappresentativi di rumorosità al perimetro di uno stabilimento ceramico. Alcuni esempi sono comunque riportati nel Rif. 6.

G.5. Aspetti ambientali: produzione di rifiuti

In Tab. G.XII sono indicati i fattori di produzione dei principali rifiuti/residui dell'industria delle piastrelle di ceramica.
Come documentato in G.2, questi rifiuti/residui sono variamente riutilizzati nella preparazione dell'impasto: una tecnica di riciclo della quale si sono già messi in evidenza i limiti di applicazione imposti da prodotti tipo il grès porcellanato. Si ravvisa altresì l'importanza di attività di ricerca finalizzate a trovare una possibilità di riutilizzo, economica ed ambientalmente corretta, per quei rifiuti (la calce esausta, i fanghi di levigatura) ancora in gran parte destinati alla discarica.

Tab. G.XII - Fattori di produzione dei principali tipi di rifiuti/residui da industrie produttrici di piastrelle di ceramica (vedi Rif. 6 e 10).

Rifiuto/Residuo	*Fattore di produzione (kg/m^2)*
Scarto crudo	**0,5**
Scarto cotto	**0,5**
Fanghi da trattamento acque	**0,1**
Calce esausta da trattamento fumi	**0,01-0,02**
Fanghi di levigatura	**2**

Come elemento di valutazione, si ricorda che fra i criteri Ecolabel vi è il seguente:
Recupero dei rifiuti: si deve recuperare almeno il 70 % in peso dei rifiuti totali generati dal processo.

G.6. Aspetti ambientali: analisi dei rischi

L'analisi storica non mette in evidenza incidenti in industrie produttrici di piastrelle di ceramica che rientrino tra gli "incidenti rilevanti" così come definiti nel D.Lgs. 334/99. Un possibile rischio potrebbe essere associato all'incendio del magazzino, ma anche in questa eventualità la tipologia e i quantitativi delle sostanze e dei preparati presenti fanno ritenere molto modesto lo scenario di rischio ipotizzabile: le schede di sicurezza di sostanze e preparati non indicano la formazione di prodotti di combustione pericolosi, nè le altre merci presenti (legno, carta, cartone, elementi in polietilene) bruciando originerebbero prodotti pericolosi diversi da quelli dei normali processi di

combustione; per quanto riguarda le acque di spegnimento, va osservato che la modestissima presenza di sostanze pericolose determinerebbe probabilmente un carico inquinante poco significativo, mentre è molto diffusa tra gli stabilimenti in esame la presenza di vasche di raccolta e trattamento (decantazione e disoleazione) delle acque di prima pioggia, che nel caso in esame potrebbero trattenere le acque antincendio.

G.7. Migliori tecniche e tecnologie

I dati riportati nelle precedenti sezioni confermano che le industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica utilizzano tecniche e tecnologie ad elevata prestazione ambientale, le quali sono, da un lato, il frutto di un importante processo di innovazione delle operazioni produttive, e dall'altro la conseguenza dell'adozione contestuale di tecniche "end of pipe", di depurazione delle emissioni.
Nel seguito tali tecniche vengono schematicamente richiamate. Le rispettive prestazioni ambientali sono documentate nelle precedenti Tabelle da G.V a G.XII.

G.7.1. I consumi

G.7.1.a. I consumi energetici

I consumi energetici dipendono, come in precedenza rilevato, sia dalla tecnologia utilizzata, con le relative soluzioni impiantistiche, sia dalla gestione della produzione, del processo e delle macchine.
Nei casi i cui siano possibili diversi processi, con diverso fabbisogno energetico [*si pensi al processo a secco (macinazione a secco e bagnatura/granulazione) ed al processo a umido (macinazione ad umido ed essiccamento a spruzzo) per la preparazione di polveri per pressatura*], o diverse soluzioni impiantistiche [*si pensi, nel caso di processo a umido per la preparazione delle polveri, alla tecnica di macinazione discontinua ed alla macinazione in mulini continui*], questi non configurano quasi mai delle vere e pratiche "alternative": nel senso che ciascuna tecnica e ciascuna soluzione impiantistica ha un proprio campo di applicazione, e non vi sono se non marginali sovrapposizioni. In altri termini, è difficile trovare un'azienda che usi tecnologie o tecniche non ottimali dal punto di vista della qualità del prodotto, della resa produttiva e dell'efficienza energetica.
Quanto agli aspetti gestionali, l'aspetto cui sono principalmente ascrivibili, nella pratica, consumi specifici più elevati di quanto prevedibile sulla base delle tecnologie impiegate è rappresentato dall'organizzazione produttiva. Un piano di produzione, adottato sotto la spinta di forti, ineludibili e sempre più frequenti richieste del mercato, tale da imporre tempi morti e buchi di produzione, avrà come inevitabile conseguenza l'innalzamento significativo dei consumi specifici di energia, riferiti all'unità di prodotto versato a magazzino. L'entità di questo effetto è tale da contrastare pesantemente i vantaggi di altre tecniche di recupero energetico da cascami, etc.

G.7.1.b. I consumi di materie prime

Le tecniche migliori sono quelle che vedono parte delle materie prime rimpiazzate da materiale riciclato (rifiuti/residui di produzione e depurazione). Anche questa tecnica è praticabile a diversi livelli, a seconda del tipo di prodotto.

G.7.1.c. I consumi idrici

Le migliori tecniche sono quelle basate sul riciclo più esteso possibile delle acque reflue prodotte nel processo: riciclo che può avvenire sia nello stesso stabilimento, sia in altro sito produttivo. Anche per queste tecniche - più specificamente, per la possibilità di riuitilzzare acque reflue - si deve considerare una diversa applicabilità, a seconda del tipo di prodotto e di ciclo di fabbricazione.

G.7.2. Le emissioni

G.7.2.a. Le emissioni in atmosfera

Le migliori tecniche sono una combinazione di interventi sulla tecnologia di fabbricazione e sulle emissioni stesse. Le prestazioni ambientali raggiunte in questo modo dalle industrie italiane sono ascrivibili tuttavia, in misura predominante, alle tecniche di depurazione adottate (ed alla loro elevata efficienza, documentata nelle sezioni precedenti).

G.7.2.b. Le emissioni negli scarichi idrici

La migliore tecnica è quella di ridurre al minimo, compatibilmente con il tipo di prodotto e di processo, lo scarico di acque reflue in fognatura o in corpi idrici superficiali. Il mezzo è quello di rendere massimo il riciclo delle acque reflue, anche in uno stabilimento o presso un'utenza diversa e distinta dall'unità produttiva generatrice delle acque reflue in esame.

G.7.2.d. Rumore

La migliore tecnica è quella di creare le condizioni per cui vengano rispettati i limiti del DPCM 01/03/91, per quanto applicabile.

G.7.3. Produzione di rifiuti

La migliore tecnica - con influenza positiva anche sul risparmio di materie prime - è quella di ridurre al minimo, favorendo il riciclo interno o esterno, la produzione di rifiuti destinati alla discarica. In questo campo, anche in Italia, esistono dei consistenti margini di miglioramento, associati a rifiuti "problematici" - la calce esausta da depurazione fumi, i fanghi di levigatura - per i quali l'impiego negli impasti è stato sperimentato come impraticabile, se non a costo di sacrifici inaccettabili n termini di qualità del prodotto e resa produttiva. Attività di ricerca e sperimentazione sono in corso su questi temi.

H. Identificazione di eventuali tecniche alternative e definizione, ove possibile, del range di prestazione di tali tecniche

L'industria ceramica italiana è, per la maggior parte delle unità produttive e per i prodotti quantitativamente più significativi (grès porcellanato e monocottura, che rappresentano più del 85 % della produzione nazionale, vedi Sez. D.1) allineata sulle tecniche precedentemente indicate, le cui prestazioni ambientali sono documentate nella Sez. G. Fra tali tecniche ve ne sono alcune utilizzabili nella medesima fase produttiva, e per lo stesso scopo: ad esempio, il processo a secco ed il processo umido per la preparazione di polveri per pressatura. Si ribadisce quanto già in precedenza ricordato:

- le tecniche e le soluzioni impiantistiche diverse, ma utilizzate per la medesima fase o operazione produttiva, così come anche diverse soluzioni per il riciclo delle acque o dei rifiuti (riciclo interno contro riciclo esterno) in realtà non sono quasi mai alternative, ma associate, di volta in volta, al tipo di prodotto, alla capacità produttiva dello stabilimento, all'organizzazione della produzione, al luogo di insediamento;
- le prestazioni ambientali delle diverse tecniche - espresse mediante grandezze intensive riferite all'unità di prodotto, come i fattori di emissione di inquinanti o i consumi specifici - non dipendono solo dalla tecnologia o dalla soluzione impiantistica adottata, ma anche dal programma produttivo e dal grado di sfruttamento della capacità produttiva: parametri fortemente condizionati dalle richieste del mercato.

Questi aspetti sono da considerare con molta attenzione, nel confrontare le prestazioni ambientali di un impianto produttivo con i range di prestazione ambientale che definiscono le migliori tecniche disponibili.

Si segnala infine che, per le tecniche relative alle "Emissioni in atmosfera", sono correntemente praticate in altri paesi delle alternative rispetto alle tecniche utilizzate in Italia, con le prestazioni precedentemente descritte. Tali tecniche consistono in:

- contenimento delle emissioni gassose solo attraverso gli interventi sulla tecnologia di fabbricazione, **senza alcun intervento depurativo**. E' questa la tecnica praticata nella maggior parte degli altri paesi - a parte l'Italia - produttori di piastrelle di ceramica. Le prestazioni di questa tecnica sono documentate in Tab. G.X, Colonna 2 (Senza depurazione);
- contenimento delle emissioni gassose anche attraverso interventi di depurazione, effettuati però con impianti in grado di assicurare efficienze di abbattimento decisamente inferiori rispetto ai livelli raggiunti in Italia. Non esistono esperienze documentate, ma solo simulazioni sviluppate sulla scora di una proposta di armonizzazione regolamentativa sulle emissioni gassose avanzata alcuni anni fa dalla CET (Federazione Europea dei Produttori di Piastrelle di Ceramica).

La tecnica con depurazione, correntemente praticata in Italia, è certamente ed inequivocabilmente quella in grado di ridurre al minimo l'emissione di sostanze inquinanti. E si è dimostrato che essa è anche la "migliore", tenendo specificamente conto di tutti gli effetti "cross-media" (vedi Rif. 16).

I. Identificazione e specificazione delle migliori tecniche disponibili per le industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica

Per ciascuno degli aspetti ambientali identificati come applicabili e rilevanti per il settore delle piastrelle di ceramica, la tabella seguente identifica le tecniche "migliori", precisandone le prestazioni di riferimento.

Aspetto ambientale	*Migliore Tecnica* (vedi Sez. G.7)	*Prestazioni di riferimento* (vedi Sez. G.7 e Sez. G.3-G.6)
Consumi energetici	Utilizzo delle tecniche a minore consumo energetico (ad esempio, forni rapidi monostrato), correntemente applicate nella fabbricazione dello specifico prodotto. Gli aspetti gestionali - organizzazione produttiva e piano di lavorazione imposti da cause esterne (il mercato, gli ordini, etc.) - possono influenzare in misura significativa le prestazioni energetiche delle tecnologie applicate.	**Consumo specifico totale medio** (termico + elettrico, in GJ/t di prodotto versato a magazzino) Ciclo completo: ♦ monocottura: 6 ♦ grès porcellanato: 6,5 ♦ bicottura: 5 Ciclo parziale (da polveri): ♦ monocottura: 4 ♦ grès porcellanato: 4 **Consumo termico per fase** (GJ/t): ♦ essiccamento a spruzzo: 1,1-2,2 ♦ essiccamento: 0,3-0,8 ♦ cottura: 1,9-4,8
Consumi di materie prime	In funzione del tipo di prodotto (smaltato o non smaltato): utilizzo di residui di fabbricazione (ad esempio, scarto crudo/cotto) e/o di depurazione (ad esempio, fanghi di trattamento acque) nella formulazione dell'impasto. **Le possibilità concrete di riciclo dipendono anche dal luogo di insediamento dell'impianto (rispetto a possibili fornitori o utilizzatori degli scarti sopra citati).**	**Incidenza del materiale di riciclo sulla composizione dell'impasto**: da circa 0 % (prodotti non smaltati di colore bianco/chiaro) a circa 2-3 % (per prodotti smaltati).

Consumi idrici	In funzione del tipo di prodotto e di tecnologia adottata: copertura di parte del fabbisogno idrico con acque reflue, a diverso grado di depurazione. Le possibilità concrete di riciclo dipendono anche dal luogo di insediamento dell'impianto (rispetto a possibili fornitori o utilizzatori di acque reflue).	Consumo idrico della fase di preparazione impasto con processo a umido non superiore al 30 % del fabbisogno, con il rimanente 70 % del fabbisogno coperto mediante riciclo/riutilizzo di acque reflue. I citati valori di riferimento possono modificarsi (fino a consumo 90% e riciclo 10 % del fabbisogno, rispettivamente) nel caso di grès porcellanato non smaltato.
Emissioni in atmosfera	Combinazione di interventi sul processo e di trattamento delle emissioni.	**Fattori di emissione relativi allo stabilimento** (ciclo completo): ♦ Composti del fluoro: 0,6 g/m^2 ♦ Mat. particellato: 7,5 g/m^2 ♦ Composti del Pb: 0,05 g/m^2 (vedi Tab. G.X, col. 3)
Emissioni negli scarichi idrici	Riduzione al minimo delle emissioni di acque reflue, a favore del riciclo delle medesime acque nello stabilimento in esame o in altro stabilimento. Le possibilità concrete di riciclo interno dipendono dal tipo di prodotto e di tecnologia, mentre le possibilità di riciclo esterno dipendono anche dal luogo di insediamento dell'impianto (rispetto a possibili fornitori o utilizzatori di acque reflue).	**Fattore di riutilizzo (interno o esterno) delle acque reflue:** > 50 %.
Rumore	**Contenimento delle emissioni sonore dallo stabilimento, mediante l'applicazione di tecniche di protezione ed insonorizzazione delle sorgenti di rumore e mediante ottimizzazione del lay out delle macchine e degli apparati più rumorosi.**	

Produzione di rifiuti	Riduzione al minimo del conferimento dei rifiuti/residui in discarica, a favore del riciclo dei medesimi materiali nello stabilimento in esame o in altro stabilimento. Le possibilità concrete di riciclo interno dipendono dal tipo di prodotto e di tecnologia, mentre le possibilità di riciclo esterno dipendono anche dal luogo di insediamento dell'impianto (rispetto a possibili fornitori o utilizzatori di rifiuti/residui).	**Fattore di riutilizzo (interno o esterno) dei rifiuti/residui generati dal processo:** > 50 %. Le modalità attuative dovranno essere conformi a quanto prescritto nella legislazione vigente (in particolare, D.Lgs 22/97, D.M. 05/02/98)
Rischi	*per quanto esposto nella Sez. G.6, non appaiono individuabili tecniche specifiche di prevenzione dei rischi, fra le quali si possano identificare quelle migliori*	

Note*:

1. Le tecniche sopra elencate sono state qualificate come le ***migliori***, rispetto all'obiettivo di prevenzione *integrata* dell'inquinamento, applicando la metodologia "cross-media", riportata nel BRef orizzontale "Cross Media and Economics". In effetti, l'applicazione del metodo si è rivelata necessaria solo per la tecnica di gestione delle emissioni gassose, la quale comporta significativi effetti cross media rispetto alle alternative, come documentato in Rif. 16 e schematicamente richiamato nella precedente Sez, H. Le altre tecniche elencate in questa sezione hanno, rispetto ad ipotetiche alternative, solo effetti cross media favorevoli.
2. Le tecniche sopra elencate sono state qualificate come ***disponibili***, applicando la metodologia "costi efficacia" ", riportata nel BRef orizzontale "Cross Media and Economics". In effetti, l'applicazione del metodo si è rivelata necessaria solo per la tecnica di gestione delle emissioni gassose, la quale comporta significativi costi aggiuntivi rispetto alle alternative, come documentato in Rif. 16 e schematicamente richiamato nella Sez, I. Le altre tecniche elencate in questa sezione hanno, rispetto ad ipotetiche alternative, solo effetti favorevoli dal punto di vista dell'efficienza del processo e dei costi di fabbricazione.
3. Le prestazioni ambientali richieste ai prodotti per la concessione del marchio **Ecolabel**, pur tecnicamente raggiungibili, non possono ritenersi indicative delle BAT, in quanto sono associate ad un obiettivo di "eccellenza ambientale" da perseguirsi volontariamente, e quindi non imponibile per legge. Di conseguenza, le prestazioni associate alle migliori tecniche - da utilizzare, secondo la Direttiva IPPC, come riferimento per la concessione dell'Autorizzazione Integrata Ambientale - non dovrebbero essere altrettanto severe e selettive come quelle richieste per l'ottenimento del marchio Ecolabel.
4. I consumi energetici dipendono non solo dal tipo di tecnologia e di soluzione impiantistica, dalle modalità di gestione degli impianti, dalla cura nella manutenzione e nei controlli, etc., ma anche dall'organizzazione produttiva, e da pianificazioni produttive imposte dalle esigenze congiunturali del mercato (frequenti cambi di produzione comportano inevitabilmente tempi morti più estesi, e dunque una minore efficienza dell'impianto, il quale funziona e consuma energia anche in questi tempi morti). Oltre a ciò, consumi energetici elevati possono essere associati a - e quindi giustificati da - l'ottenimento di particolari prestazioni tecniche o estetiche

sui prodotti. Per tutti questi motivi l'autorizzazione dovrà essere compatibile anche con consumi specifici superiori rispetto ai valori corrispondenti alle migliori tecniche, ma giustificati e dimostrati come non ascrivibili a errori di progettazione e conduzione. In caso di consumi superiori ai valori di riferimento delle BAT potrà essere conveniente prevedere, nel piano di monitoraggio annesso all'autorizzazione integrata, un controllo periodico più accurato dei consumi energetici.

5. L'uso di tecniche appropriate al tipo di prodotto ed alla dimensione dell'impianto può essere considerato un traguardo acquisito per l'industria italiana delle piastrelle. Le condizioni di autorizzazione integrata non dovranno e potranno dunque comportare, per le industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica, alcun obbligo di ristrutturazione o implementazione impiantistica.
6. Consumo di materie prime e produzione di rifiuti dipendono dal tipo di prodotto e dal ciclo di fabbricazione. Ferme restando le prestazioni ambientali utilizzate per identificare le BAT, l'autorizzazione integrata dovrà considerare il **bilancio dei materiali dell'impianto**.
7. Consumo idrico e scarichi idrici dipendono dal tipo di prodotto e dal ciclo di fabbricazione. Ferme restando le prestazioni ambientali utilizzate per identificare le BAT, l'autorizzazione integrata dovrà considerare il **bilancio idrico dell'impianto**.
8. Rumore. Le emissioni sonore da uno stabilimento dipendono dal lay-out degli impianti di produzione e di depurazione, rispetto alle aperture (portoni) del capannone; ed anche dalla ubicazione, all'interno o all'esterno del capannone o di speciali cabine insonorizzate, degli impianti di depurazione. Per la riduione delle emissioni sonore non vi sono alternative ad interventi di insonorizzazione (end-of-pipe), mentre non sembrano sussistere possibilità significative di intervento sul ciclo di fabbricazione.

J. Analisi dell'applicabilità ad impianti esistenti delle tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento elencate al punto precedente, anche con riferimento ai tempi di attuazione

Le tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento precedentemente elencate sono correntemente praticate, se coerenti con le specificità aziendali, dalla grandissima maggioranza delle industrie insediate nel Distretto di Sassuolo.

Esse possono assumere il ruolo di griglia di riferimento per la formulazione e la valutazione delle domande di concessione dell'Autorizzazione Integrata Ambientale. Le imprese potranno infatti selezionare tra queste tecniche quelle pertinenti alle singole situazioni produttive ed ambientali e non si dovrebbero registrare particolari problemi o ostacoli alla loro concreta applicazione in un congruo periodo di tempo.

Si evidenzia che tali tecniche, con l'unica eccezione di quelle relative alle emissioni gassose, sono adottate anche, seppure in varia misura, da una parte significativa delle industrie produttrici di piastrelle di ceramica del resto dell'Europa.

La fattibilità economica delle tecniche precedentemente elencate è documentata dal fatto che esse sono ormai correntemente praticate dalla grande maggioranza delle industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica.

Le tecniche di riciclo (delle acque, dei rifiuti/residui) sono - se praticabili - economicamente convenienti, in quanto comportano il risparmio di costi: ad esempio, di trattamento degli effluenti, di conferimento in discarica, di acquisto di materie prime, etc. Si ricorda, tuttavia, che queste tecniche possono essere non convenienti e fattibili dal punto di vista tecnico ed economico in particolari contesti produttivi: ad esempio, in impianti per la fabbricazione di prodotti non smaltati (tipo grès porcellanato) nei quali il colore bianco o chiaro rappresenti un requisito indispensabile. I ricicli in esame, in questo caso, potrebbero comportare inaccettabili riduzioni sia della qualità che della resa produttiva.

Quanto alle tecniche di riciclo/riutilizzo esterno delle acque reflue o dei rifiuti/residui (riutilizzo in uno stabilimento diverso rispetto a quello in cui tali flussi di materiali sono generati), si ribadisce che esse possono essere considerate sicuramente fattibili - e dunque anche convenienti - per le aziende del Distretto di Sassuolo, tutte insediate a poca distanza l'una dall'altra nel medesimo territorio. La fattibilità economica dei medesimi ricicli in un'azienda "isolata" dovrà essere verificata caso per caso, a causa delle più forte incidenza dei costi di trasporto.

La fattibilità economica delle tecniche di depurazione delle emissioni gassose è dimostrata nel Rif. 16, Sez. D.5. Tale dimostrazione riguarda in modo generale il fatto che la tecnica in esame è effettivamente "disponibile" secondo quanto prescritto dalla Direttiva IPPC. Specificamente per l'Italia, il fatto che le tecniche di depurazione in esame siano correntemente praticate dal oltre 25 anni è una dimostrazione di praticabilità economica più che convincente. Quanto alle emissioni di Sostanze Organiche Volatili dai forni di cottura, si ribadisce quanto commentato nel § 5.2.1, per confermare la non fattibilità economica – a causa di un rapporto costi/benefici decisamente svantaggioso – di tecniche specifiche di abbattimento, basate sulla post-combustione termica e/o catalitica e sull'assorbimento su carbone attivo.

Infine, relativamente alle tecniche e tecnologie di fabbricazione, si richiama l'attenzione sul fatto che la loro praticabilità, sia tecnica che economica, può dipendere in misura significativa e decisiva dalla particolare situazione dell'impianto produttivo, dalla sua dimensione, dal lay-out, dalla tipologia produttiva, dal ciclo di fabbricazione, etc. Ad esempio: la cogenerazione è, in linea di

principio, conveniente per gli impianti con la preparazione impasto mediante macinazione a umido ed essiccamento a spruzzo, e per gli impianti che possono assicurare la maggiore “contemporaneità” di funzionamento di atomizzatore e cogeneratore. Se queste condizioni non sono soddisfatte, la cogenerazione è in generale non conveniente e praticabile. L’uso di questa tecnica trova un ulteriore ostacolo negli elevati costi di investimento. Attualmente sono in fase di sperimentazione tecniche di cogenerazione su scala più piccola rispetto agli attuali impianti (la cosiddetta “microcogenerazione”), che potrebbero consentire un ricorso maggiore a questa tecnica finalizzata ad innalzare l’efficienza energetica. Un esempio di tecnica/tecnologia migliore dal punto di vista delle prestazioni ambientali ma praticabile in condizioni convenienti solo in impianti di dimensioni considerevoli è la macinazione ad umido in continuo. Un esempio di tecnica la cui fattibilità economica dipende dal lay-out è il riciclo/recupero dei cascami energetici: il tragitto da percorrere deve essere sufficientemente breve, o il risparmio energetico verrebbe ad essere in gran parte assorbito dai costi di tubazioni coibentate.

K. Definizione dei criteri di individuazione e utilizzazione delle migliori tecniche disponibili

K.1 Criteri generali per la definizione delle migliori tecniche disponibili

L'autorizzazione integrata ambientale viene rilasciata dall'Autorità Competente sulla base di una istanza contenente le tecniche, proposte dall'operatore, dirette a conseguire una elevata protezione dell'ambiente in forma integrata sulle diverse matrici.

La Direttiva IPPC indica dei criteri generali per l'applicazione delle tecniche ai settori industriali. La scelta delle tecniche è compiuta dall'operatore proponente che ha come riferimento principale i dodici punti dell'allegato IV della Direttiva IPPC, tra cui sono ricompresi anche i documenti BRef adottati dalla Commissione Europea ove esistenti. L'industria ceramica è al momento carente del Bref che, peraltro, non ha carattere di obbligatorietà o esclusività e non deve essere considerato esaustivo circa l'indicazione delle migliori tecniche disponibili da impiegare nei singoli impianti, ma rappresenta un riferimento, basato su uno scenario medio europeo, sia per le aziende nella pianificazione dei loro interventi, sia per le autorità che dovranno rilasciare le previste autorizzazioni.

Nella scelta delle migliori tecniche disponibili devono essere considerate le esigenze qualitative, quantitative e di costo del prodotto.

Per la identificazione delle migliori tecniche disponibili per l'industria delle piastrelle di ceramica si dovrà tenere conto delle considerazioni espresse al paragrafo F.1.

Infine l'Autorità Competente, sulla base delle proprie conoscenze rese accessibili al proponente, nonché della contestualizzazione territoriale, ambientale ed economica che l'azienda proponente fornirà nell'ambito della documentazione presentata, formulerà le proprie indicazioni autorizzative, anche al fine di tenere conto delle effettive specifiche esigenze ambientali locali. Per l'industria delle piastrelle di ceramica dovrà in particolare essere tenuto conto del fatto che le performance ambientali richieste nel cosiddetto "distretto di Sassuolo e Scandiano" e descritte in queste Linee Guida non dovranno necessariamente essere richieste a impianti localizzati in contesti territoriali differenti.

K.2 Piano di adeguamento e piano di monitoraggio

La domanda di autorizzazione integrata ambientale dovrà contenere una documentazione che dimostri il posizionamento dell'impianto richiedente rispetto alle BAT specificate nella precedente Sez. I, oltre che una valutazione delle caratteristiche del territorio di insediamento, finalizzata ad indentificare eventuali criticità.
Posizionamento rispetto alle BAT e valutazione delle criticità ambientali del territorio di insediamento costituiscono la base di partenza per lo sviluppo del piano di adeguamento e del piano di monitoraggio delle emissioni.

Il **piano di adeguamento** dovrebbe consistere in:

- una specifica dei provvedimenti tecnici, impiantistici, gestionali ed organizzativi che il gestore dell'impianto intende adottare per raggiungere, per gli aspetti identificati al punto precedente, livelli di prestazione ambientale in linea con le BAT, o adeguati rispetto alle

eventuali criticità ambientali documentate per il territorio di insediamento. Aspetti economici;
- un piano temporale di realizzazione dei provvedimenti specificati al punto precedente;
- un piano di collaudo delle tecniche introdotte, ai fini della verifica del conseguimento dei livelli di prestazione ambientale in linea con le BAT.

La generalità delle industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica – e soprattutto quelle ubicate nella Regione Emilia Romagna - dovrebbero essere in linea con le BAT, per cui il piano di adeguamento non dovrebnbbe prevedere particolari misure tecniche (salvo esigenze particolari associate all'ambiente di insediamento). Si riportano nel seguito alcune considerazioni che, pur specifiche per le emissioni gassose, illustrano alcuni criteri di applicazione generale nello sviluppo del piano di adeguamento.

- Nella grande maggioranza delle industrie italiane produttrici di piastrelle di ceramica, i fattori di emissione degli inquinanti con le emissioni gassose dovrebbero essere in linea con le BAT, dato l'uso generalizzato delle tecniche di produzione e depurazione identificate appunto come BAT. Dunque un eventuale piano di adeguamento non dovrebbe prevedere investimenti significativi per impianti e mezzi tecnici.
- Data questa conformità già esistente con le BAT, in Italia i limiti di emissione (che ora debbono essere basati sulle BAT) non dovrebbero subire modifiche - inasprimenti - rispetto ai valori attuali: specificamente, i limiti di concentrazione di inquinanti adottati nella Regione Emilia-Romagna, o comunque i valori contenuti nelle attuali autorizzazioni. Va comunque sottolineato che i limiti in questione si sono dimostrati efficaci anche ai fini del risanamento: si consideri che sono in vigore fin dal 1980, ed hanno consentito di assicurare il rispetto degli standard di qualità ambientale anche nel Distretto di Sassuolo ed anche dopo i forti incrementi produttivi degli anni 90. E' importante segnalare anche la vicinanza fra prestazioni associate alle BAT e prestazioni assunte come riferimento di eccellenza ambientale ai fini del marchio Ecolabel: una riduzione dei limiti di emissione correrebbe il rischio di imporre per legge a tutte le aziende ceramiche italiane l'adeguamento ai livelli di eccellenza - dunque tipicamente elitari - imposto dal marchio ecologico.

Il **piano di monitoraggio delle emissioni** determina l'identificazione e la quantificazione delle prestazioni ambientali rilevanti, consentendo, al contempo, un più agevole controllo della conformità con le condizioni dell'autorizzazione.
La scelta dei parametri da monitorare e la fissazione delle relative frequenze sono dettate dalle proprietà specifiche dell'impianto e quindi dal processo produttivo, dalle materie prime e prodotti impiegati nell'impianto stesso, da particolari necessità legate alla manutenzione o al controllo delle condizioni operative.

In generale il piano di monitoraggio dovrebbe specificare quanto segue:
- parametro/i da controllare
- caratteristiche tecniche dei controlli (metodi, apparati, frequenza).

Nel seguito si riporta uno schema di piano di monitoraggio, che potrebbe essere assunto come riferimento, fatte salve le considerazioni sotto riportate.

Emissioni	*Parametro*	*Misura*	*Frequenza*	*Registrazione*
Emissioni in atmosfera	portata (Nm3/h)	Laboratorio XYZ	ogni ... mesi	Registro ...... archiviato presso ....
	concentrazione di Materiale Particellare, Fluoro, Piombo (mg/Nm3)			Registro ...... archiviato presso ....

	Perdita di carico (MPa)	Registrazione in continuo	Continua	Registrazioni archiviate presso ....

Scarichi idrici	Portata acqua da Pozzo n°	Contatore volumetrico	Lettura e registrazione ultimo giorno di ogni mese	Registrazioni archiviate presso ....
	Portata acqua riciclata al reparto	Contatore volumetrico	Lettura e registrazione ultimo giorno di ogni mese	Registrazioni archiviate presso ....

Per le industrie produttrici di piastrelle di ceramica si segnala quanto segue:

- **Emissioni gassose.** In generale, anche negli impianti di maggiore capacità produttiva, il flusso di massa annuo di inquinanti è inferiore - talora sensibilmente - rispetto ai valori di soglia riportati nel DM 23/11/01. Questo aspetto, unito alla natura degli inquinanti in esame, induce a considerare ingiustificata (nella grande maggioranza dei casi e salvo situazioni ambientali particolari) l'adozione di un sistema di monitoraggio continuo della concentrazione di inquinanti nelle emissioni gassose.

In generale il piano di monitoraggio delle emissioni gassose dovrebbe pertanto contemplare solo controlli discontinui, con periodicità specificata in autorizzazione, ricordando anche che il D.Lgs 59/05 esplicitamente prevede la possibilità di sostituire i valori limite di emissione con parametri e misure tecniche equivalenti (art. 5, c.2) come documentare il funzionamento continuo degli impianti di depurazione dei fumi dei forni mediante apposito misuratore/registratore di perdite di carico. Anche nel monitoraggio le misure di parametri di funzionamento degli impianti potranno sostituire il monitoraggio delle concentrazioni di inquinanti nelle emissioni.

La periodicità potrà essere stabilità, anche modificando quella attuale, tenendo conto di tutti gli elementi di valutazione adottati: dal posizionamento rispetto alle BAT all'intensità dell'emissione, in termini di flusso di massa annuo. Concretamente la frequenza dei controlli sulle emissioni gassose dovrebbe essere maggiore nel caso di fattori di emissione di inquinanti elevati rispetto alle BAT, o nel caso di emissioni di più forte intensità (in termini di flusso di massa annuo di inquinanti).

- **Scarichi idrici.** La consolidata pratica di riutilizzo, laddove esistente, delle acque di processo comporta lo scarico di sole acque classificabili come domestiche ovvero una produzione esigua di acque di scarico industriali. Il piano di monitoraggio si occuperà solo di questa frazione dello scarico.

- **Rumore.** Per gli impianti esistenti il permanere della conformità ai limiti di emissione sonora previsti per l'area ove è insediato l'impianto è oggetto di verifica quando si attuino interventi di ristrutturazione o sostituzione di impianti o modificazioni del lay-out aziendale.

GLOSSARIO

Definizioni

- ***Cross-media effects***: effetti sull'ambiente, inteso nella sua totalità: acqua, aria, rifiuti, consumi energetici e di materia, rumore, ecc.
- ***Standard di riferimento per le concentrazioni delle sostanze gassose***: i valori di concentrazione delle sostanze gassose, se non espressamente indicato, sono riferiti alle condizioni standard (T = 0°C, P = 1 atm) ed alla concentrazione del 18% di O_2, in assenza di umidità.

Abbreviazioni e acronimi

- ***AIA*** Autorizzazione Integrata Ambientale
- ***C&D*** Rifiuti da costruzione e demolizione
- ***INES*** Inventario Nazionale delle Emissioni e loro Sorgenti, traduzione di ***EPER*** (European Pollutant Emission Register)
- ***MTD*** Migliori Tecniche Disponibili, traduzione di ***BAT*** (Best Available Tecniques)
- ***MUD*** Modello di Dichiarazione Ambientale
- ***TEP*** Tonnellata equivalente di petrolio (1 TJ corrisponde a 23,88 TEP; 1 TEP produce 3,07 tonnellate di CO_2, se riferita a olio combustibile, e 2,35 tonnellate di CO_2, se riferita a gas naturale);

ALLEGATO

Linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili
ex art. 3, comma 2 del decreto legislativo 372/99

Linee guida relative ad impianti esistenti per le attività rientranti nelle categorie IPPC:

3.3 Impianti per la fabbricazione del vetro compresi quelli destinati alla produzione di fibre di vetro con capacità di fusione superiore a 20 tonnellate/giorno.

3.4 Impianti destinati alla fusione di sostanze minerali inclusa la produzione di fibre minerali, con capacità di fusione superiore a 20 tonnellate/giorno.

Premessa

Il presente documento si compone di due parti distinte relative ai seguenti settori industriali:

- Industria del vetro
- Produzione delle fritte

Nel documento di riferimento europeo BREF, la produzione delle fritte vetrose è stata aggregata all'industria del vetro, sulla base di una serie di elementi comuni (materie prime, alcuni tipi di forno, ecc.). Tuttavia, le numerose e sostanziali diversità presenti tra i due settori e la difficoltà di raggruppare in una sola relazione tecnica le caratteristiche di ciascuno di essi hanno indotto alla presentazione separata della relazione tecnica relativa all'industria del vetro, propriamente detta, e della produzione delle fritte.

INDICE

INDUSTRIA DEL VETRO

A. SCOPI ED OBBIETTIVI

L'industria vetraria italiana rappresenta un'aliquota importante della produzione europea, con circa il 17 % del vetro prodotto sul totale derivante dai 15 Paesi dell'Unione Europea.

Dal punto di vista ambientale essa si colloca sicuramente tra i Paesi che hanno maggiormente investito nell'applicazione di tecnologie per il trattamento dei fumi ma soprattutto nell'innovazione del processo di produzione, allo scopo di ridurre i consumi energetici ed evitare la formazione di sostanze inquinanti.

In alcuni settori, l'industria vetraria italiana applica tecnologie d'avanguardia per l'abbattimento delle emissioni in atmosfera e per il trattamento delle acque con prestazioni superiori ai livelli raggiungibili dalla BAT di settore individuate nel documento di riferimento europeo BREF.

Il settore presenta le seguenti caratteristiche peculiari:

- Il consumo specifico medio di energia per tonnellata di vetro prodotto, riferito all'anno 2000, risulta essere il più basso rispetto a tutti gli altri Paesi dell'Unione Europea.

- Tutti i forni per la produzione di vetro borosilicato hanno adottato sistemi di trattamento dei fumi, in alcuni casi particolarmente efficienti ed innovativi (filato di vetro).

- I settori del vetro cavo e piano, nella maggior parte degli impianti, hanno già provveduto ad installare i sistemi di filtrazione.

- Circa il 70 % dell'energia utilizzata per il ciclo produttivo deriva dal gas naturale e l'olio combustibile impiegato è a basso tenore di zolfo (< 1 % di zolfo), a differenza di altri Paesi europei che impiegano grandi quantità di olio con tenori di zolfo anche maggiori al 2 %.

- Il settore del vetro cavo per uso domestico (vetro da tavola, profumeria, ecc.) ha adottato tecnologie di produzione all'avanguardia (unico Paese in Europa), come la fusione elettrica associata alla filtrazione o al lavaggio dei fumi, eliminando al tempo stesso l'uso di sostanze affinanti particolarmente efficienti ma ad elevato impatto ambientale (anidride arseniosa).

- Il settore del cristallo al piombo ha già adottato da tempo sistemi all'avanguardia per il trattamento delle acque derivanti dalle lavorazioni secondarie del vetro.

Alla luce della situazione attuale del settore dal punto di vista ambientale, l'applicazione della direttiva IPPC 96/61/CE all'industria del vetro ha come obbiettivo il raggiungimento di livelli di emissioni più bassi rispetto a quanto attualmente richiesto dalla normativa di riferimento nazionale. L'applicazione delle migliori tecniche disponibili (BAT) al settore richiederà comunque una valutazione attenta del rapporto costi/benefici delle

BAT individuate, selezionando quelle più adatte alla tipologia produttiva presente sul territorio nazionale e valutando le ricadute sulla competitività dei diversi settori che compongono l'industria vetraria rispetto agli altri Paesi dell'Unione Europea che, in molti casi, non hanno ancora realizzato alcun sistema di controllo e di riduzione delle emissioni e possono inoltre beneficiare di un costo dell'energia più favorevole.

Lo scopo principale del presente documento è quello di definire le linee guida per l'applicazione della direttiva IPPC 96/61/CE, tenendo conto delle specifiche caratteristiche delle aziende italiane.

Gli obbiettivi che l'industria vetraria si prefigge sono quelli di ridurre al minimo le emissioni inquinanti, selezionando tra le migliori tecnologie disponibili quelle che meglio si adattano alle proprie caratteristiche sia dal punto di vista tecnico che economico, privilegiando le soluzioni che comportano un miglioramento globale dell'impatto ambientale, secondo l'approccio integrato che sta alla base della direttiva IPPC 96/61/CE, minimizzando la produzione di rifiuti, utilizzando in modo efficiente l'energia e riducendo i rischi associati all'uso delle tecnologie.

B. IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DI SETTORE

Premessa

Gli impatti prevalenti dell'industria del vetro sull'ambiente sono costituiti principalmente dalle emissioni in atmosfera, seguite dal consumo di acqua, dalla produzione di rifiuti solidi e dalle emissioni di rumore.

In base a tali impatti, l'industria del vetro è sottoposta, dal punto di vista normativo, all'applicazione di alcune rilevanti normative ambientali di settore, che riguardano, rispettivamente, la tutela dell'aria e dell'acqua e la disciplina dei rifiuti.

La normativa ambientale di riferimento può essere suddivisa nelle seguenti categorie:

- Tutela qualità delle acque
- Emissioni in atmosfera
- Residui
- IPPC

e può essere così riassunta:

TUTELA QUALITÀ DELLE ACQUE	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Decreto legislativo n. 152 Dell'11 maggio 1999 (G.U. n. 246 del 20 ottobre 2000 - Supplemento Ordinario n. 172)	"Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, recante: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258"
Decreto legislativo n. 258 Del 18 agosto 2000 (G.U. n. 218 del 18 settembre 2000 - Supplemento ordinario n. 153)	"Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128"
Decreto 12 giugno 2003, n. 185	Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue

Emissioni in Atmosfera	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Decreto del Presidente della Repubblica n. 203 del 24 maggio 1988.	"Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183."
Decreto Ministeriale del 12 luglio 1990.	"Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione"
Decreto Legislativo n. 334 del 17 agosto 1999 G.U. n. 228 del 28 settembre 1999 – Supplemento Ordinario n. 177	"Attuazione della direttiva CEE 96/82 denominata Seveso II in materia di controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose"
Decreto Ministeriale del 4 ottobre 1999.	"Proroga dei termini di adeguamento dei valori di emissione delle polveri al 31 dicembre 2002"
Decreto Ministeriale n. 60 del 2 aprile 2002	"Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio"
Decreto del Ministero dell'Ambiente 1° ottobre 2002, n. 261	Direttive tecniche per la valutazione della qualità dell'aria ambiente - elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del Dlgs 351/1999

Rumore	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Legge 477/95	Legge quadro sull'inquinamento acustico
Dpcm 14/11/1997	Limiti massimi di emissioni acustiche
Dpcm 1/3/1991	Limiti massimi di accettabilità
DM 11/12/1996	Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo continuo

RIFIUTI	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Decreto legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997 G.U. n. 38 del 15 febbraio 1997 - Supplemento Ordinario n. 33	"Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio"
Decreto legislativo n. del 5 febbraio 1998 G.U. n. 88 del 16 aprile 1998 – Supplemento Ordinario n. 72	"Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero"
Dpcm 24 dicembre 2002	Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003 - Testo vigente
Decisione 2002/909/CE	Approvazione norme italiane sul recupero agevolato dei rifiuti pericolosi - DM 161/2002
Decisione 2000/532/CE	Nuovo CER - Catalogo Europeo dei Rifiuti - Testo vigente
Decisione 2001/573/CE	Modifica elenco rifiuti contenuto nella decisione 2000/532/CE

IPPC	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Direttiva 96/61/CEE (Modificata dalle direttive 2003/35/CE e 2003/87/CE e recepita dal D.Lgs 59/05)	
Decreto legislativo n. 59 del 18 febbraio 2005 G.U. n. 93 del 22 aprile 2005	Attuazione integrale della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento
Decreto Min. 19 novembre 2002	IPPC - Istituzione della commissione di esperti
Decreto Min. 26 aprile 2002 modifiche al Dm 23 novembre 2001	Comunicazione 'IPPC' - Differimento di termini
Decreto Min. 23 novembre 2001 'IPPC'	Dati, formato e modalità comunicazione

Normative ambientali rilevanti per l'industria del vetro

La produzione del vetro avviene mediante un ciclo di fusione ad alta temperatura caratterizzato da emissioni solide e gassose che fuoriescono dal forno con i gas di combustione.

Le principali sostanze emesse sono: polveri, ossidi di azoto, ossidi di zolfo e anidride carbonica. I limiti tollerati nell'emissione delle sostanze citate sono stati regolamentati dal DPR 203/88 recante "Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16 aprile 1987, n, 183" e dal DM 12 luglio 1990 che contiene le "Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione".

Date le peculiarità del settore ed in virtù di uno specifico accordo di programma in materia ambientale sottoscritto nel giugno del 1999 tra il Ministero dell'Ambiente ed Assovetro quale Associazione di rappresentanza dell'industria del vetro, il Ministro dell'Ambiente, di concerto con il Ministro della Sanità e dell'Industria, ha accordato all'industria del vetro, con decreto del 4 ottobre 1999 (G.U. n. 264 del 10 novembre 1999), una proroga dei termini di adeguamento dei valori limite di emissione delle polveri. Con tale provvedimento i termini previsti nell'articolo 5 del citato DM 12 luglio 1990 per l'adeguamento delle emissioni di polveri totali degli impianti di produzione di vetro cavo e piano esistenti al 1° luglio 1988 sono stati differiti al 31 dicembre 2002.

Gli impianti per la fabbricazione del vetro, compresi quelli destinati alla produzione di fibre minerali, con una capacità di fusione di oltre 20 tonnellate al giorno, rientrano nel campo di applicazione della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento, che ha trovato attuazione nel nostro ordinamento con il D. Lgs. n. 59 del 18 febbraio 2005.

Il Decreto del Ministero dell'Ambiente 23 novembre 2001che istituisce il registro Nazionale delle Emissioni e delle loro Sorgenti (INES), pubblicato sul Supplemento Ordinario della Gazzetta Ufficiale n. 29 del 13 febbraio 2002, impone alle aziende dell'industria del vetro che rientrano nell'ambito di applicazione della Direttiva 96/61 IPPC di trasmettere alle competenti autorità (Ministero dell'ambiente e APAT) i dati caratteristici relativi alle emissioni in aria, acqua e suolo, al fine di costituire sia l'Inventario Nazionale dell'INES, sia il Registro EPER (European Pollutant Emission Register).

Per quanto riguarda il consumo dell'acqua, peraltro non rilevante per il settore, la normativa di riferimento è rappresentata dal Decreto Legislativo dell'11 maggio 1999, n. 152 (S.O. n. 101/L alla Gazzetta Ufficiale 29 maggio 1999, n. 124; ripubblicato con correzioni sul Supplemento ordinario n. 146/L alla Gazzetta Ufficiale 30 luglio 1999, n. 177), recante "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".

Relativamente alla produzione dei rifiuti, la normativa di riferimento applicabile all'industria del vetro è costituita dal Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 ("Decreto Ronchi") e successive modificazioni ed integrazioni, che ha dato attuazione in Italia a tre diverse direttive sui rifiuti, la n. 91/156 sui rifiuti, la n. 91/689 sui rifiuti pericolosi e la n. 94/62 sugli imballaggi ed i rifiuti di imballaggio.

L'industria del vetro fa riferimento, altresì, ai contenuti del DM 5 febbraio 1998, pubblicato nel Supplemento ordinario n. 72 della Gazzetta Ufficiale n. 88 del 16 aprile 1998, relativo all'individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del D. Lgs. 22/1997. Il provvedimento consente alle aziende del settore di adottare le procedure semplificate previste dalla legge per il recupero di determinate categorie di rifiuti non pericolosi. A tale proposito va evidenziato come di norma il vetro scartato nel corso del processo produttivo venga re-impiegato direttamente nel sito di produzione oppure, in casi particolari, riutilizzato da altri settori dell'industria del vetro.

Tutta l'industria del vetro è interessata all'applicazione della Legge quadro 26 ottobre 1995, n. 447 sull'inquinamento acustico che detta i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

Solo alcuni comparti dell'industria del vetro, invece, sono interessati, sia pure marginalmente, all'applicazione del Decreto Legislativo n. 334 del 17 agosto 1999, pubblicato sul Supplemento Ordinario n. 177/L della Gazzetta Ufficiale n. 228 del 28 settembre 1999, che recepisce la Direttiva comunitaria 96/82/CE denominata "Seveso II" sul controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose.

Con la ratifica del Protocollo di Kyoto, avvenuta con Legge 1° marzo 2002 n. 120, mediante la quale l'Italia ha assunto l'obbligo di abbattere, al 2010, le emissioni di anidride carbonica del 6,5%, anche l'industria del vetro è stata coinvolta nel processo di riduzione nazionale delle emissioni di gas serra.

La "Deliberazione 19 dicembre 2002 del Comitato interministeriale per la Programmazione Economica (CIPE) recante la revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni di gas serra, ai sensi della citata legge n. 120/2002", pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 68 del 22 marzo 2003, ha dato completa attuazione ai contenuti della citata Legge 120.

La Delibera, nell'indicare il piano di azione nazionale per la riduzione dei livelli di emissione dei gas serra e l'aumento del loro assorbimento, al fine di raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni al minor costo, non specifica gli obblighi di riduzione per i singoli settori industriali.

In base a tale impostazione, anche l'industria del vetro pur essendo coinvolta nel piano nazionale di riduzione delle emissioni di gas serra, non conosce ancora con esattezza il proprio obiettivo di riduzione.

C. RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLE SPECIFICITÀ DEL TESSUTO INDUSTRIALE NAZIONALE

L'applicazione della Direttiva 96/61/CE IPPC all'industria del vetro è indirizzata alle installazioni aventi una capacità produttiva superiore alle 20 tonnellate/giorno, comprendendo tutte le attività di tipo industriale ed escludendo la produzione di vetro artistico lavorato a mano.

C.1 Dati sulla produzione

Il documento di riferimento per l'industria del vetro BREF ha individuato otto settori che, in base alla rispettiva tipologia produttiva, compongono l'industria del vetro:

1) Vetro cavo (bottiglie e contenitori per bevande ed alimenti);
2) Vetro piano (materiali per l'edilizia e l'automobile);
3) Filamento continuo di vetro (fibra di rinforzo per materiali compositi);
4) Vetro per uso domestico (articoli da tavola e da arredamento);
5) Vetri speciali (vetro borosilicato per uso farmaceutico, illuminazione, schermi televisivi, cristallo al piombo);
6) Lana di vetro e di roccia (fibra per isolamento termico e acustico);
7) Fibre ceramiche (materiale per isolamento termico ad alta temperatura);
8) Fritte vetrose (materiale di rivestimento per ceramiche, piastrelle e per decorazioni su superfici vetrose).

Nel comparto del vetro cavo, tuttavia, possono essere collocate sia le aziende produttrici di vetro cavo meccanico per contenitori, sia le imprese che producono vetri e cristalli per uso domestico. Le imprese produttrici di lane e filati di vetro possono essere aggregate nel medesimo comparto.

Alcuni dei settori produttivi identificati nel BREF non sono presenti in Italia, in particolare quelli delle fibre ceramiche e della lana di roccia, così come quelli che producono alcune tipologie di vetro speciale.

Il settore delle fritte vetrose, infine, pur essendo stato inserito nel BREF Vetro, non può considerarsi un comparto dell'industria vetraria perché viene normalmente associato all'industria ceramica, sebbene i relativi impianti produttivi presentino caratteristiche simili a quelle degli impianti di fabbricazione del vetro.

In Italia, i settori dell'industria del vetro che rientrano nel campo di applicazione della "Direttiva IPPC" si identificano nelle seguenti tipologie produttive:

- ***Vetro sodico-calcico***
  Rappresenta circa il 95% della produzione italiana. Viene utilizzato per produrre il vetro cavo (contenitori per l'imballaggio ed articoli da tavola), vetro piano (lastre per edilizia e per auto), vetri tecnici (articoli da illuminazione, fari, vetro-mattone, ecc.);

- ***Vetro borosilicato***
  Rappresenta circa il 4% della produzione nazionale, di cui l'1% corrisponde al vetro per uso farmaceutico (contenitori e tubo) ed il 3% circa è costituito dalla produzione di filato e fibra di vetro.

- ***Vetro al piombo***
  Il vetro al piombo o "cristallo", prodotto industrialmente mediante un ciclo continuo, rappresenta una percentuale della produzione nazionale di vetro inferiore all'1%. Il cristallo, utilizzato prevalentemente per la produzione di articoli da tavola ed oggettistica, è caratterizzato da un contenuto minimo di ossido di piombo del 24%, fino a valori superiori al 30%.

Tabella 1 - Quantità annuali di vetro prodotto (vendibile) per settore nell'anno 2002 (Dati ISTAT)

Raggruppamento Merceologico	*Quantità annuali di vetro prodotto (tonn.) nell'anno 2002*	*N. dipendenti (operai e impiegati)*
Vetro cavo	3.504.660	8.558
Vetro piano	841.073	3.752
Tubo e vetri tecnici	298.000	1.900
Filamento continuo e lana di vetro	145.000	900
Cristallo al piombo ed altri Vetri	103.000	4.650
Totali	***4.868,031***	***19.746***

Tabella 2 - Aziende vetrarie soggette alla Direttiva 96/61/IPPC

Raggruppamento merceologico	*Numero Aziende*	*Stabilimenti o impianti*
Vetro cavo	19	38
Vetro piano	5	7
Tubo e vetri tecnici	3	4
Fibra e Filamento continuo di vetro	3	4
Cristallo al piombo	1	1
Totali	***31***	***54***

C.2 Distribuzione territoriale degli impianti

Tabella 3 - Distribuzione territoriale delle aziende vetrarie

Regioni	*Aziende*	*Stabilimenti o impianti*
Piemonte	2	2
Lombardia	6	8
Veneto	9	10
Trentino Alto-Adige	2	2
Friuli Venezia Giulia	3	3
Liguria	4	5
Emilia Romagna	4	4
Toscana	6	6
Umbria	2	2
Lazio	1	1
Abruzzo	3	3
Campania	3	3
Puglia	4	4
Sicilia	1	1
Totali		**54**

C.3 Impatto ambientale dell'industria del vetro

L'industria del vetro é caratterizzata da elevati consumi energetici, dovuti principalmente al processo di fusione che può assorbire da un minimo del 50 % a circa l'80 % dei consumi totali. Ciò comporta che le emissioni preponderanti del settore siano rappresentate dall'anidride carbonica, con fattori di emissione compresi tra 500 e 1400 kg CO_2/t. vetro, in funzione della tipologia di vetro prodotto.

Le emissioni in atmosfera rappresentano la principale fonte di inquinamento generata dal settore.

Solo per alcune tipologie di prodotto gli scarichi idrici rappresentano un elemento importante nel bilancio ambientale del ciclo produttivo (lana e filato di vetro, vetro al piombo).

Le emissioni atmosferiche sono composte principalmente dai seguenti inquinanti:

- Ossidi di azoto 50 – 80 % del totale (esclusa anidride carbonica)
- Ossidi di zolfo 20 – 40 % del totale (esclusa anidride carbonica)
- Polveri totali 4 - 6 % del totale (esclusa anidride carbonica)
- Cloruri gassosi circa 1 % del totale (esclusa anidride carbonica)
- Fluoruri gassosi circa 0.2 % del totale (esclusa anidride carbonica)

Le polveri emesse sono principalmente composte da sostanze chimicamente inerti (solfati di sodio e potassio); in funzione del tipo di vetro prodotto possono contenere anche piccole quantità di metalli pesanti. L'eventuale presenza di silice libera cristallina è limitata alle operazioni di movimentazione e stoccaggio delle materie prime (sabbia, miscela vetrificabile); la silice presente nelle emissioni dal forno di fusione rappresenta quantità molto modeste (< 1 % delle polveri totali) ed è quasi totalmente in forma amorfa a causa delle trasformazioni chimico-fisiche della miscela vetrificabile nel corso della fusione ad alta temperatura.

Una stima delle emissioni globali del settore per l'anno 2000 è presentata nella seguente tabella:

Inquinante	*Tonnellate/anno*
CO_2 (compresa energia elettrica)	3,600,000
NOx	15,860
SOx	9,757
Polveri	1,394
HCl	216
HF	47

Nella seguente tabella sono indicate le tipologie di inquinanti atmosferici relative a ciascun settore:

Tabella relativa alle emissioni caratteristiche del ciclo produttivo

Settore/Attività	*Inquinanti atmosferici*
Vetro cavo	
Movimentazione di materie prime	Polveri
Processo di fusione	Polveri, NOx, SOx, HF, HCL, metalli
Trattamenti a caldo del vetro	Polveri, stagno organico ed inorganico, HCL, SOx
Vetro piano	
Movimentazione di materie prime	Polveri
Processo di fusione	Polveri, NOx, SOx, HF, HCL, metalli (solo nel caso di vetro colorato)
Trattamento a caldo del vetro	SOx
Filamento continuo di vetro	
Movimentazione di materie prime	Polveri
Processo di fusione	Polveri, NOx, SOx, HF, HCL
Trattamenti del prodotto	Polveri, formaldeide, ammoniaca, composti organici volatili (in funzione del tipo di prodotto utilizzato)
Vetro per uso domestico	
Movimentazione di materie prime	Polveri
Processo di fusione	Polveri, NOx, SOx, HF, HCL, metalli
Vetri speciali	
Movimentazione di materie prime	Polveri
Processo di fusione	Polveri, NOx, SOx, HF, HCL, metalli
Trattamenti del prodotto	Polveri, HF (produzione di vetro al piombo)
Lana di vetro	
Movimentazione di materie prime	Polveri
Processo di fusione	Polveri, NOx, SOx, HF, HCL, metalli
Trattamenti del prodotto	Polveri, VOC, fenoli, ammoniaca, formaldeide

D. DESCRIZIONE DEI PROCESSI E DELLE TECNICHE DI PRODUZIONE

Il presente capitolo descrive le tecniche di produzione dei vetri industriali prodotti in Italia. Altre tipologie di vetri riportate dal documento di riferimento BREF ma non presenti sul territorio nazionale e non vengono quindi considerate.

D.1 Processo di produzione del vetro industriale

Il ciclo di produzione del vetro industriale si compone delle seguenti fasi:
1. Approvvigionamento delle materie prime, scarico e loro stoccaggio, preparazione della miscela vetrificabile;
2. Fusione della miscela vetrificabile in forni fusori adeguati al tipo di vetro prodotto. Il processo di fusione avviene a temperature comprese fra 1400 e 1600 °C.
3. Formatura dei prodotti in vetro, in precisi intervalli di temperatura;
4. Ricottura dei manufatti di vetro che richiedono la rimozione delle tensioni presenti, per evitare rotture spontanee anche molto tempo dopo la formatura. Questa fase non é presente nel ciclo di produzione del tubo, della lana e del filato di vetro;
5. Controllo della qualità del prodotto ed imballaggio;
6. Immagazzinamento.

Le materie prime necessarie per produrre vetro sono:
i vetrificanti, i fondenti, gli stabilizzanti, gli affinanti, i decoloranti, i coloranti e gli opacizzanti che vengono utilizzati per vetri opachi.

Il **vetrificante** é la materia prima che costituisce la struttura base del vetro.

I **fondenti** hanno la funzione di facilitare il passaggio del vetrificante allo stato liquido durante la fusione.

Gli **stabilizzanti** oltre a consentire la lavorabilità del vetro ed il conferimento delle proprietà fisiche volute, riducono la possibilità di alterazioni della superficie del vetro.

Gli **affinanti** hanno lo scopo di favorire l'eliminazione dei gas prodotti dalla decomposizione delle materie prime (prevalentemente CO_2) e contribuiscono al processo di omogeneizzazione del vetro fuso.

I **coloranti** hanno la funzione di impartire la colorazione desiderata al vetro. Allo scopo si utilizzano ossidi metallici o fritte vetrose contenenti i coloranti metallici che possono essere aggiunti alla miscela vetrificabile oppure alimentati ai canali di distribuzione del vetro fuso alle macchine di formatura degli articoli.

I **decoloranti** hanno la funzione di neutralizzare la colorazione derivante da eventuali impurezze contenute nelle materie prime (Fe, Cr). Allo scopo si utilizzano composti di metalli che "coprono" il colore indesiderato attraverso una colorazione complementare oppure per mezzo di una reazione chimica che modifica l'effetto colorante delle impurezze coloranti.

Il **rottame di vetro** é di fatto una materia prima vera e propria che viene utilizzata in quantità molto variabile, dal 20 al 90 % della miscela vetrificabile.
Il suo impiego facilita la fusione, riduce il consumo specifico di energia e permette di ridurre le emissioni generate dai forni per vetro.

Prodotti chimici ausiliari possono essere utilizzati per trattamenti specifici dei prodotti in vetro, per migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica e/o chimica del vetro, oppure per conferire al manufatto in vetro proprietà particolari. I trattamenti possono essere eseguiti a caldo (trattamento con tetracloruro di stagno, metilbutilcloruro di

stagno, solforazione, ecc.), a freddo (acido oleico, polietilene) o mediante processi di polimerizzazione (apprettatura con resine termoindurenti).

D.1.1 Preparazione della miscela vetrificabile

Le materie prime arrivano allo stabilimento sfuse, con mezzi di trasporto chiusi, oppure imballate in "big bags" o sacchi. Esse vengono normalmente trasferite agli appositi silos di stoccaggio mediante trasporto pneumatico; solo il rottame di vetro ed eventualmente la sabbia vengono stoccati diversamente. Esse vengono prelevate automaticamente, pesate, mescolate ed inviate, mediante nastri trasportatori, o tubazioni per il trasporto pneumatico, alle tramogge di caricamento dei forni per la fusione del vetro.

Alle materie prime vengono aggiunte quantità variabili di rottame di vetro opportunamente frantumato.

Alla miscela vetrificabile così ottenuta viene, generalmente, aggiunta acqua in modo da mantenere un'umidità di circa il 3 %, allo scopo di limitare lo spolverìo durante la sua movimentazione.

D.1.2 Processo di fusione e formatura del vetro

La miscela viene alimentata al forno dove viene sottoposta al processo di fusione ad alta temperatura, tra 1400 °C e 1600 °C.

Durante la fusione, nella massa vetrosa si generano inclusioni gassose dovute alla decomposizione delle materie prime, principalmente i carbonati di sodio, calcio e magnesio che danno origine a CO_2, la cui solubilità nel vetro è limitata. Le bolle che ne derivano vengono successivamente eliminate nella fase di affinaggio e la velocità di eliminazione/omogeneizzazione viene favorita dall'aggiunta di sostanze affinanti, principalmente i solfati di sodio e calcio. Tali sostanze, decomponendosi a loro volta, danno origine a gas maggiormente solubili nella massa vetrosa ed a bolle di più grosse dimensioni, caratterizzate da una più elevata velocità di risalita, con conseguente effetto di facilitare l'eliminazione delle bolle più piccole presenti nella massa vetrosa. La fase di affinaggio viene favorita dall'aumento della temperatura del bagno di vetro.

Una successiva fase di condizionamento del vetro é necessaria per raffreddare ed omogeneizzare termicamente la massa fino ad ottenere una viscosità adeguata alla sua lavorazione e trasformazione nel prodotto finale.

La fusione del vetro industriale viene effettuata in forni a bacino con ciclo di produzione continuo. Normalmente, i combustibili impiegati sono il gas naturale e l'olio a basso tenore di zolfo (BTZ); quantità variabili di energia elettrica sono frequentemente impiegate in aggiunta al combustibile fossile.

Per particolari tipi di vetro, in genere per forni di piccola e media capacità, la fusione può essere effettuata in forni riscaldati totalmente con energia elettrica.

Allo scopo di aumentare l'efficienza termica del processo di fusione l'aria comburente viene preriscaldata a spese del calore dei fumi di combustione.
I sistemi di preriscaldamento possono essere di tipo recuperativo, ovvero con recupero di calore mediante scambiatori metallici o ceramici (forni Unit Melter) o di tipo rigenerativo, dotati di camere in materiale refrattario per il recupero di calore (rigeneratori). I forni a rigenerazione sono di due tipi: forni con fiamma ad U e camere di rigenerazione posteriori (End Port), forni a fiamma trsaversale e camere di rigenerazione laterali (Side Port).

Nel caso di preriscaldamento con recuperatori di calore metallici la temperatura dell'aria può raggiungere circa 800 °C.
Con il sistema a rigenerazione il processo di recupero termico é discontinuo, il forno infatti, é dotato di due camere che lavorano alternativamente, in una prima fase ricevendo i fumi caldi e scaricandoli a circa 400-450 °C ed in una seconda fase ricevendo l'aria di combustione fredda e preriscaldandola fino ad una temperatura di circa 1350 °C.

Nel caso di utilizzo di ossigeno puro in sostituzione dell'aria comburente (ossicombustione), la fase di preriscaldamento non viene effettuata.

D.2 Processo di produzione del vetro piano

Le materie prime principalmente impiegate sono:

Vetrificanti	sabbie silicee adeguatamente trattate e purificate
Fondenti	carbonato di sodio
Stabilizzanti	silico-alluminati di sodio e/o potassio, carbonato di calcio, dolomite
Affinanti	solfato di sodio, solfato di calcio e, per particolari produzioni, nitrato di sodio, carbone, (loppe di altoforno)

Rottame di vetro proveniente dagli scarti di produzione.

I forni di fusione utilizzati nel settore del vetro piano sono, in genere, di grandi dimensioni (300-400 m^2), hanno capacità produttive fino a 600-700 t/giorno ed una vita di 10-12 anni.

Per la produzione di vetro laminato e stampato vengono utilizzati forni più piccoli, da 150-200 t/giorno.

I forni, in generale, sono dotati di camere di rigenerazione laterali.
I bruciatori in questo caso, in numero adeguato alla superficie del forno, producono fiamme trasversali allo stesso (Forni Side Port).

Il combustibile impiegato può essere il metano o l'olio. La temperatura massima nella zona di fusione à di circa 1600 °C. Lungo l'asse del forno la temperatura viene successivamente abbassata fino a circa 1100 °C per raggiungere una viscosità del vetro che ne permetta la colata. Con il processo Float, il vetro viene quindi versato su un bagno di stagno fuso, sul quale galleggia, e viene tirato verso la zona di ricottura.
Nel caso della produzione di laminato, il vetro opportunamente raffreddato viene fatto passare tra due rulli che ne determinano lo spessore e ne imprimono l'eventuale decorazione.

Il forno di ricottura viene normalmente alimentato a metano oppure con energia elettrica. La fase di ricottura prevede che il vetro venga portato alla temperatura di 550 °C e raffreddato lentamente in condizioni controllate allo scopo di eliminare le tensioni introdotte nella massa vetrosa durante il processo di formatura. In questa fase il vetro mantiene la sua forma e non subisce alcuna modifica della composizione chimica. All'uscita del forno di ricottura, il vetro viene ispezionato, tagliato automaticamente in lastre ed inviato al magazzino.

D.3 Processo di produzione del vetro cavo

Le materie prime principalmente impiegate sono:

Vetrificanti	sabbie silicee adeguatamente trattate e purificate
Fondenti	carbonato di sodio e piccole quantità di carbonato di potassio
Stabilizzanti	allumina, silico-alluminati di sodio e/o potassio, carbonato di calcio, dolomite, carbonato di bario
Affinanti	solfato di sodio, solfato di calcio, nitrato di sodio o nitrato di potassio, carbone, loppe di altoforno

Rottame di vetro, proveniente dalla raccolta differenziata e dagli scarti di produzione.

Alcune delle materie prime indicate vengono impiegate solo per la produzione di vetri per uso domestico e vetri tecnici. Il vetro sodico-calcico per la produzione di contenitori impiega normalmente le seguenti materie prime: sabbia, sodio carbonato, calcio carbonato, dolomite, solfato di sodio, loppa, carbone.

I forni di fusione utilizzati nel settore del vetro cavo sono di dimensioni variabili da 10 a 150 m²; hanno capacità produttive comprese tra 20 e più di 500 t/giorno ed una vita media di 8-10 anni, trascorsi i quali si procede alla manutenzione/ricostruzione della struttura in materiale refrattario.

I tipi di forno utilizzati nella produzione di vetro cavo sono:

1) Side Port, 2) End Port, 3) Unit Melter, 4) Elettrico

I primi due sono del tipo a rigenerazione e si differenziano per la posizione dei bruciatori che possono essere montati sulla parete laterale (Side Port) o sulla parete posteriore (End Port). Il forno di tipo Unit Melter é caratterizzato dal recupero di calore mediante scambiatori metallici del tipo a fascio tubiero che operano a ciclo continuo.

Il forno con riscaldamento totalmente elettrico viene utilizzato per piccole capacità produttive e per particolari tipi di vetro (contenitori in vetro opale, vetro da tavola ecc.).

Il vetro fuso nei diversi tipi di forno viene lasciato defluire verso i canali di alimentazione alle macchine formatrici. In questa fase il vetro si omogeneizza termicamente e si raffredda fino a raggiungere la temperatura necessaria per il processo di formatura.

I processi di formatura dei contenitori sono: il pressato diretto, il soffiato-soffiato ed il pressato soffiato. Nel primo caso la lavorazione avviene solo mediante pressatura del vetro in un apposito stampo, questo processo può essere utilizzato solo per articoli a "bocca larga". Il processo "pressato-soffiato" consiste in una fase iniziale mediante pressatura e successivamente la forma desiderata viene completata mediante soffiatura con aria compressa. Il processo "soffiato-soffiato" utilizza sia per la fase iniziale che per la finitura dell'articolo in vetro la soffiatura mediante aria compressa. La scelta del tipo di processo è strettamente legata all'articolo da produrre; il pressato viene utilizzato per la produzione di articoli per la casa (vassoi, coppe, ecc.); il pressato-soffiato è normalmente utilizzato per la produzione di vasellame ma anche per bottiglie; il soffiato-soffiato viene utilizzato per la produzione di contenitori standard e con forme complesse, essendo il processo più versatile tra quelli disponibili.

I contenitori uscenti dalla macchina formatrice vengono inviati al forno di ricottura. Il forno di ricottura viene normalmente alimentato a metano oppure con energia elettrica. Anche nel caso del vetro cavo, la fase di ricottura prevede che il vetro venga portato alla temperatura di 550 °C e raffreddato lentamente in condizioni controllate allo scopo di eliminare le tensioni introdotte nella massa vetrosa durante il processo di formatura. In questa fase il vetro mantiene la sua forma e non subisce alcuna modifica

della composizione chimica. All'uscita del forno di ricottura il vetro viene sottoposto ad ispezione automatica e successivamente inviato all'imballaggio ed al magazzino.

D.4 Processo di produzione del vetro borosilicato (contenitori e tubo)

Le materie prime impiegate principalmente impiegate sono:

Vetrificanti	sabbie silicee adeguatamente trattate e purificate, sabbie feldspatiche, prodotti borici;
Fondenti	carbonato di sodio e piccole quantità di carbonato di potassio
Stabilizzanti	allumina, silico-alluminati di sodio e/o potassio, carbonato di calcio, carbonato di bario;
Affinanti	nitrato di sodio ed in piccola quantità composti del fluoro e del cloro (limitatamente alla produzione di tubo).

Rottame di vetro proveniente dagli scarti di produzione

I forni per la produzione di vetro borosilicato hanno capacità variabile da 10 a 40 t/giorno ed hanno una vita media di circa 8 (10) anni.
Nel caso della produzione di tubo di vetro borosilicato, durante la campagna di un forno è necessario eseguire frequenti interventi di manutenzione a freddo sulla struttura di refrattario (in media ogni 18 mesi).

I forni possono essere di tipo elettrico a volta fredda, oppure a combustione con gas metano, del tipo a recupero di calore (Unit Melter), oppure a rigenerazione (Side Port).

Anche nei forni convenzionali a gas metano, una parte dell'energia necessaria per la fusione viene fornita dal "Boosting elettrico".
La temperatura massima del bacino di fusione raggiunge i 1500 °C nel caso del forno elettrico e 1620-1630 °C nei forni a combustione.

Dal bacino di fusione il vetro passa in un canale di condizionamento dove viene raffreddato alla temperatura opportuna per lo stampaggio dei contenitori, oppure per essere colato su un mandrino rotante che da origine al tubo di vetro.
Dal mandrino il tubo viene tirato lungo una pista dove avviene il raffreddamento.
Il prodotto così ottenuto viene successivamente tagliato in pezzi le cui estremità vengono rifinite a fuoco, per poi essere ispezionati ed imballati.

D.5 Processi di produzione di vetro borosilicato (lana e filato).

Le materie prime principalmente impiegate sono:

Vetrificanti	sabbie silicee adeguatamente trattate e purificate, sabbie feldspatiche, prodotti borici;
Fondenti	carbonato di sodio;
Stabilizzanti	caolino, carbonato di calcio, dolomite;
Affinanti	solfato di sodio, o nitrato di sodio ed, in alcuni casi, composti del fluoro.

Rottame di vetro proveniente dagli scarti di produzione e, nel caso della produzione di lana di vetro è possibile anche l'uso di rottame esterno.

D.5.1 Processo di produzione della lana di vetro per isolamento

I forni utilizzati per la produzione di lana possono essere del tipo elettrico, oppure con combustione a metano, del tipo a recupero di calore (Unit Melter).

La temperatura massima del bacino di fusione raggiunge i 1400 °C nel caso del forno elettrico e 1450 °C nei forni a metano.

La temperatura dell'aria di combustione, riscaldata per mezzo di scambiatori metallici, (del tipo a singolo stadio), raggiunge, in genere, 400-500 °C.

Dal bacino di fusione il vetro passa nei canali di condizionamento termico all'estremità dei quali viene colato, attraverso uno o più orifizi, su una o più filiere rotanti o statiche; la forza centrifuga (nel caso delle filiere rotanti) e un fluido surriscaldato e ad alta pressione (nel caso delle filiere statiche) spingono il vetro fuso a fuoriuscire attraverso i fori della filiera generando così la fibra.

I fili che si formano vengono convogliati per mezzo di getti di gas di combustione nel caso delle filiere rotanti ed dal fluido stesso nel caso delle filiere statiche; essi vengono successivamente spruzzati con un collante a base di resine fenoliche, ureiche, melamminiche ecc. Le fibre vengono successivamente depositate per aspirazione su un tappeto metallico in movimento dove si forma un feltro continuo.

Il feltro viene successivamente fatto passare in un forno dove avviene la presa del collante, per effetto della policondensazione delle resine. Il prodotto così ottenuto passa quindi, previa ispezione, alla linea di finitura, al taglio ed infine all'imballaggio.

D.5.2 Processo di produzione del filamento continuo di vetro

I forni impiegati per la produzione di filamento continuo di vetro sono alimentati a metano; generalmente sono del tipo a recupero di calore (Unit Melter).

La temperatura massima del bacino di fusione é di circa 1500 °C; la temperatura dell'aria prima dei bruciatori raggiunge i 700-800 °C.

Dal bacino di fusione il vetro, attraverso i canali di condizionamento termico, viene inviato ad una serie di filiere in platino.

Per il processo di produzione del filamento continuo di vetro, i filamenti che fuoriescono dalla filiera, dopo essere stati sottoposti ad apprettatura, per contatto di un rullo rotante, con appretto a base di polimeri organici, lubrificanti ed agenti reticolanti, vengono raccolti su un mandrino, in un unico filo o più fili, oppure tagliati in lunghezza da 3 a 22 mm.

Il prodotto così ottenuto può essere avvolto su una bobina oppure raccolto su un tappeto ove si ha la formazione di un materassino (MAT) oppure ancora raccolto in contenitori come filo tagliato.

D.6 Processo di produzione del vetro al piombo

Le materie prime principalmente impiegate sono:

Vetrificanti	sabbie silicee adeguatamente trattate e purificate ed, in minima parte, prodotti borici;
Fondenti	carbonato di sodio e carbonato di potassio;
Stabilizzanti	ossidi di piombo ed, in piccole quantità, carbonato di bario;

Affinanti	nitrato di sodio, nitrato di potassio e modesti tenori di ossido di antimonio.

I forni impiegati per la produzione di cristallo al piombo con ciclo continuo, sono del tipo a fusione completamente elettrica. La temperatura massima raggiunta dal forno elettrico é di 1400 °C.

Analogamente a quanto avviene per la produzione di vetro cavo sodico-calcico, il vetro al piombo in uscita dalla vasca di fusione viene condizionato alla temperatura necessaria per poter essere alimentato alle macchine formatrici, dove avviene la formatura dell'oggetto per pressatura o soffiatura.

Dalla macchina, l'oggetto viene inviato al forno di ricottura, all'uscita del quale i prodotti vengono ispezionati, imballati ed eventualmente sottoposti a successiva lavorazione (taglio, molatura e lucidatura o semplicemente lucidatura).

D.7 Processo di produzione del vetro artistico lavorato a mano

Il ciclo di produzione del vetro artistico lavorato a mano ha caratteristiche sostanzialmente diverse rispetto al vetro industriale, sia per i componenti della miscela vetrificabile che per l'organizzazione del ciclo di fusione che ha carattere discontinuo.

Le fasi principali del ciclo di produzione sono le seguenti:

1. Preparazione della miscela vetrificabile
2. Caricamento della miscela vetrificabile ai forni di fusione
3. Fusione ed affinaggio del vetro
4. Lavorazione manuale del vetro
5. Ricottura dei manufatti
6. Rifinitura dei manufatti mediante taglio, lucidatura, molatura, ecc.
7. Imballaggio

Le materie prime principalmente impiegate sono:

Vetrificanti	sabbie silicee adeguatamente trattate e purificate ed, in minima parte, prodotti borici;
Fondenti	carbonato di sodio e carbonato di potassio;
Stabilizzanti	Carbonato di calcio (marmo), carbonato di calcio e magnesio (dolomite), allumina idrata
Affinanti	nitrato di sodio, nitrato di potassio, anidride arseniosa, antimonio ossido, fluoruro di calcio (spatofluore).
Coloranti	Cobalto, rame, nichel, ferro, cromo, manganese, neodimio, selenio, erbio, cadmio, titanio, oro, argento.
Opacizzanti	Spatofluore, fluosilicato di sodio, ossido di piombo (minio), arsenico.

I forni impiegati per la produzione di vetro artistico lavorato a mano sono di due tipi:

- Forni a crogiolo (con uno o più crogioli)
- Forni a vasca

I forni a crogiolo hanno generalmente una capacità produttiva compresa tra 10 e 700 kg di vetro, mentre i forni a vasca variano da 500 a 2000 kg di vetro. In un sito produttivo sono presenti più forni fino ad un massimo di 10-15. I forni a vasca vengono normalmente impiegati per la produzione di vetro trasparente incolore o per le colorazioni

più frequenti (blu, verde, acqua mare, ecc.) mentre i forni a crogiolo vengono utilizzati prevalentemente per la produzione di vetro colorato.
Il combustibile impiegato per il ciclo di produzione è il gas naturale

Il ciclo di fusione del vetro artistico è di tipo discontinuo e si compone di due fasi principali:

- Fusione della miscela vetrificabile
- Lavorazione del vetro

La fase di fusione ha una durata di circa 8-10 ore e viene effettuata per un numero variabile di giorni alla settimana (massimo 5 volte).

Durante questa fase i forni raggiungono temperature di circa 1350-1450 °C. La fusione viene seguita da una fase di raffreddamento del vetro, della durata di circa 5 ore, fino a raggiungere una temperatura necessaria per mantenere il vetro in condizioni di viscosità adatte alla lavorazione (1050 °C circa).

La fase di lavorazione consiste nel prelevare aliquote di vetro dai forni e sottoporle a soffiatura manuale o semi/automatica, oppure a pressatura in un apposito stampo, al fine di conferire la forma desiderata al manufatto. Durante questa fase il manufatto viene periodicamente riscaldato allo scopo di mantenere la viscosità del vetro in un intervallo che ne permetta la lavorabilità.

D.8 Uso di prodotti chimici ausiliari ed altri processi secondari

Nel corso dei cicli di produzione del vetro sono talvolta necessari dei trattamenti particolari aventi lo scopo di migliorare le proprietà dei prodotti, come ad esempio la resistenza meccanica dei contenitori, la resistenza chimica di vetro piano e cavo, le caratteristiche estetiche ottiche del vetro al piombo, ecc.

I trattamenti eseguiti mediante prodotti chimici ausiliari, comunemente utilizzati nella produzione di vetro industriale sono i seguenti:

D.8.1 Trattamenti superficiali eseguiti a caldo

In genere, riguardano il ciclo di produzione del vetro cavo e del vetro piano.

Vetro cavo

Un tipico trattamento a caldo del vetro cavo consiste nella deposizione di un sottilissimo strato di ossido metallico, in genere ossido di stagno o di titanio, sulla superficie dei contenitori di vetro, subito dopo l'uscita dalla macchina formatrice.

Lo strato, pur essendo estremamente sottile, inferiore a 0.01 µm incrementa sensibilmente la resistenza del contenitore, in particolare la resistenza agli urti e facilita l'adesione del successivo trattamento a freddo.

Un altro trattamento eseguito a caldo consiste nell'uso di SO_3, ottenuta per ossidazione catalitica del biossido di zolfo o per decomposizione di solfato di ammonio, allo scopo di migliorare le proprietà chimiche del vetro, nel caso in cui il suo impiego richieda una resistenza chimica particolarmente elevata (vetri per uso farmaceutico).

Nel caso si rendesse necessario un trattamento specifico per le emissioni dovute ai trattamenti a caldo, in particolare con composti dello stagno, i fumi possono essere convogliati e trattati congiuntamente a quelli derivanti dal forno di fusione del vetro.

Vetro piano

Il ciclo di produzione del vetro piano, in particolare nel caso del vetro per l'edilizia, prevede un trattamento superficiale a caldo eseguito con SO_2 allo scopo di migliorarne la resistenza chimica agli agenti atmosferici.

Le quantità dei prodotti impiegati in questi trattamenti non comportano, in genere, un impatto ambientale rilevante. Le emissioni relative vengono spesso convogliate congiuntamente ai fumi di combustione emessi dal forno fusorio in un unico sistema di trattamento dei fumi.

Vetro artistico lavorato a mano

Il vetro artistico lavorato a mano può essere sottoposto a trattamenti superficiali eseguiti a caldo quali il "trattamento all'iride" mediante cloruro stannoso ed il "vetro scavo"mediante miscele di minerali tra cui sodio bicarbonato, potassio nitrato, titanio ossido, ecc.

D.8.2 Trattamenti superficiali eseguiti a freddo

Vengono utilizzati in particolare per il vetro cavo che é soggetto a numerose operazioni di riempimento e, quindi, a frizioni continue della superficie.

I trattamenti superficiali vengono eseguiti sui contenitori dopo il ciclo di ricottura del vetro, per vaporizzazione di acido oleico o per spruzzatura di emulsioni acquose, principalmente a base di polietilene.

Le quantità di prodotto impiegate non comportano un impatto ambientale rilevante per il settore e, conseguentemente, le emissioni relative ai suddetti processi secondari non sono state considerate significative ai fini della valutazione delle migliori tecnologie disponibili (BAT).

D.8.3 Trattamenti di apprettatura delle lane e filati di vetro

Il processo di produzione delle lane e filati di vetro richiede, come già illustrato precedentemente, un trattamento con un legante chimico costituito, in genere da resine termoindurenti, che mantenga assemblate le fibre o i filati nel manufatto.

Gli appretti impiegati sono costituiti, in genere, da una dispersione acquosa di resine fenoliche, resine poliestere od ureiche, di lignina, silano, acetati di polivinile, ammoniaca ed eventuali agenti coloranti.

Le lane ed i filati di vetro, in genere, dopo essere stati apprettati, vengono trattati in un forno continuo di essiccazione e reticolazione e, successivamente, in una sezione di raffreddamento con aria ambiente.

D.8.4 Altri processi secondari

I prodotti in vetro possono essere sottoposti ad ulteriori trattamenti quali la decorazione con smalti vetrificabili, la satinatura per acidatura o per sabbiatura, l'accoppiamento delle lastre di vetro con altri materiali di rinforzo per i vetri di sicurezza, la deposizione di metalli per la produzione degli specchi, la serigrafia per l'identificazione dei prodotti ecc.

Dato che, nella maggior parte dei casi, i suddetti processi secondari vengono eseguiti da aziende esterne ai siti di produzione del vetro, essi non verranno presi in considerazione nel presente documento.

E. DESCRIZIONE DELLE ANALISI ELABORATE IN AMBITO COMUNITARIO PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE BAT

E.1 Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per lo specifico settore

L'industria del vetro è composta da diversi sottosettori che presentano caratteristiche sostanzialmente diverse. Le principali differenze si possono riassumere nei seguenti punti:

1. Tipo di vetro prodotto e materie prime impiegate
2. Standard di qualità richiesto al prodotto finale
3. Dimensione e tipologia dei forni utilizzati per la fusione
4. Tipo di combustibile impiegabile/impiegato
5. Vita media del forno di fusione

La definizione di migliori tecniche e tecnologie per l'industria del vetro deve necessariamente tenere conto delle differenze che contraddistinguono i vari sottosettori. Tale approccio è stato adottato anche nel documento di riferimento europeo BREF, dove le BAT sono state analizzate per ciascun sottosettore.

La definizione di migliori tecniche e tecnologie (BAT) per l'industria del vetro richiede innanzitutto un'attenta verifica che esista un'applicazione industriale della BAT candidata al sottosettore specifico e non genericamente all'industria del vetro.

L'efficienza di rimozione o di riduzione degli inquinanti ottenuta dall'applicazione della BAT candidata può dipendere sostanzialmente dalla sua implementazione su un forno esistente o su un forno "nuovo" in occasione del rifacimento.

E' inoltre importante valutare tutti gli effetti derivanti dall'applicazione della BAT, in particolare l'eventuale produzione di rifiuti solidi, l'aumento dei consumi energetici e l'incidenza sul costo del prodotto finale.

E.2 Aspetti tecnici e tecnologici dello specifico settore

Il settore è fortemente diversificato sia per la tipologia di vetro prodotto, con conseguente diverso valore aggiunto (bottiglie e contenitori, bicchieri, vetro per l'edilizia, vetri per l'industria automobilistica, oggettistica, vetro artistico, vetro per uso farmaceutico, lana di vetro e filato di vetro per materiali compositi, ecc.) sia per le capacità produttiva e la tipologia degli impianti utilizzati per il ciclo di fusione.

I principali aspetti tecnici e tecnologici di ciascun settore si possono riassumere nei seguenti punti:

Vetro cavo

La definizione di vetro cavo comprende sia il vetro per contenitori di alimenti (bottiglie, vasi, ecc.) che la produzione di contenitori per profumeria, cosmetici, ecc.
In funzione del tipo di vetro e quindi della qualità richiesta vengono impiegati forni di tipologia e capacità sostanzialmente diversa, da un minimo di 20 t/giorno fino a superare 500 t/giorno.

I forni utilizzati per la fusione sono i seguenti:

1. Forni a recupero di calore (Unit Melter), caratterizzati da minori costi di investimento ma minore efficienza energetica.
2. Forni a rigenerazione (End Port e Side Port), caratterizzati da più alti costi di investimento, un'elevata efficienza energetica ed maggiore capacità produttiva.
3. Forni elettrici, caratterizzati da elevati costi di gestione, ridotta flessibilità, basse capacità produttive ma emissioni molto contenute. A causa dei costi elevati, essi vengono impiegati solo per prodotti in vetro ad alto valore aggiunto.

Alcune tipologie di vetro cavo, in particolare per la produzione di bottiglie colorate (verde, ambra) presentano un limite alla quantità di composti dello zolfo che può essere assorbita dalla massa vetrosa, legato alla colorazione richiesta per il prodotto. Ciò comporta che tutto lo zolfo in eccesso, introdotto con il rottame di vetro (per il vetro colorato si utilizza fino all' 80 ÷ 90 % di rottame di provenienza esterna nella miscela vetrificabile) e/o con le polveri derivanti dalla filtrazione e trattamento fumi, viene emesso in atmosfera sottoforma di SOx.

L'elevata qualità del vetro richiesta per alcune tipologie di prodotto non consente l'utilizzo di rottame di vetro di provenienza esterna, l'eventuale riciclo delle polveri generate da impianti di filtrazione dei fumi e può richiedere l'impiego di nitrati nella miscela vetrificabile.

Vetro piano

I forni per la produzione di vetro piano sono caratterizzati dalle più elevate capacità produttive di tutta l'industria vetraria (500 ÷ 700 t/giorno); essi sono, in generale, del tipo a rigenerazione (Side Port), con fiamme trasversali.

La qualità elevata richiesta per i vetri piani da impiegare nell'edilizia, industria automobilistica, arredamento, ecc. limita fortemente la possibilità di impiegare rottame di vetro di provenienza esterna ed in taluni casi non consente il riciclo nella miscela vetrificabile delle polveri prodotte per filtrazione e trattamento fumi.

Le grandi dimensioni dei forni utilizzati per la fusione limitano l'impiego di tecnologie di fusione alternative, quali la fusione elettrica e l'ossicombustione, attualmente insostenibili dal punto di vista economico.

Vetro borosilicato (contenitori e tubo)

La produzione di vetro borosilicato è caratterizzata da capacità produttive relativamente basse (10-40 t/giorno) e da elevati consumi energetici, dovuti alle alte temperature di fusione della miscela vetrificabile (fino a 1630 °C).

La presenza di minerali a base di boro nella composizione di questo tipo di vetro può limitare sensibilmente la tipologia delle tecniche utilizzabili per la rimozione delle emissioni solide e gassose, a causa del comportamento chimico-fisico dei composti del boro che, evaporando dal bagno di vetro fuso, sono presenti nei fumi in quantità significative.

L'impiego del vetro borosilicato per uso farmaceutico richiede un'elevata qualità del prodotto con la necessità di utilizzare materie prime affinanti specifiche quali: composti del fluoro e del cloro, nitrati di sodio e potassio.

Il rottame utilizzabile nel ciclo produttivo è rappresentato esclusivamente dagli scarti di produzione.

Vetro borosilicato (filamento continuo di vetro)

I forni impiegati per questo tipo di produzione sono a recupero di calore (Unit Melter) ed anche in questo caso, le temperature necessarie per la fusione della miscela vetrificabile sono particolarmente elevate (circa 1600 °C). La presenza di composti del boro nei fumi e, contemporaneamente, l'assenza di sali di sodio nella miscela vetrificabile rendono le emissioni derivanti da questo ciclo produttivo particolarmente complesse da trattare, limitando le tecnologie che possono essere applicate.

Il rottame utilizzabile nel ciclo produttivo è rappresentato esclusivamente dagli scarti di produzione, ad esclusione del materiale già trattato con appretti organici.

Vetro borosilicato (lana di vetro)

Come per le altre tipologie di vetro borosilicato, le problematiche relative alla produzione di lana di vetro sono legate alla piccola dimensione dei forni ed alla presenza di composti di boro nei fumi.

Le tecnologie di fusione per questo tipo di vetro sono essenzialmente i forni a recupero di calore (Unit Melter) ed i forni totalmente elettrici. Il rottame utilizzato nel ciclo produttivo è rappresentato dagli scarti di produzione interni ma può essere impiegato anche rottame di provenienza da raccolta differenziata.

Vetro al piombo

La produzione di vetro al piombo, ovvero di cristallo, richiede l'impiego di grandi quantità di minerali di piombo nella miscela vetrificabile. Infatti, la definizione di "cristallo" è regolamentata da norme precise che indicano le concentrazioni minime di Pb necessarie per poter utilizzare tale denominazione (≥ 24 % PbO). Il piombo impartisce caratteristiche particolari al vetro, in particolare un indice di rifrazione tale da conferire brillantezza al prodotto.

La presenza di grandi quantità di piombo nei fumi rappresenta un problema ambientale particolarmente importante tale da richiedere soluzioni tecnologiche efficienti, quali la fusione elettrica.

Vetro artistico lavorato a mano

La produzione di vetro artistico spesso richiede l'impiego di sostanze affinanti ad elevato impatto ambientale (arsenico, antimonio).

La sostituzione di questi componenti può essere problematica in quanto l'affinaggio del vetro eseguito in forni a crogiolo ed a vasca, che operano a temperature relativamente basse (1400-1450 °C), richiede l'aggiunta di sostanze che diventano "attive" a tali temperature (As, Sb).

L'utilizzo di sostanze coloranti, opacizzanti, ecc. che conferiscono particolari caratteristiche estetiche al prodotto (cadmio, selenio, cobalto, cromo, fluoruri, ecc.) rappresenta un aspetto attualmente insostituibile per questo tipo di produzione.

La presenza di più forni in uno stesso sito, aventi dimensioni assai variabili (10-5000 kg) ed il carattere discontinuo delle emissioni (più elevato durante la fusione, nettamente inferiore durante la lavorazione ed il mantenimento del vetro), limitano la scelta tra le tecnologie disponibili per il controllo delle emissioni.

E.3 Aspetti ambientali: consumi e livelli di emissione attuali

E.3.1 Consumi energetici

L'industria del vetro é caratterizzata da elevati consumi energetici, dovuti principalmente al processo di fusione che può assorbire da un minimo del 50 % a circa l'80 % dei consumi totali.

Altri consumi energetici importanti sono relativi alla fase di ricottura del vetro, alla movimentazione di aria compressa di processo o ventilata di raffreddamento mediante ventilatori, al riscaldamento dei locali, ecc.

I consumi energetici specifici, relativi alla fusione di una tonnellata di vetro, variano sensibilmente per i diversi settori. I dati riportati in tabella rappresentano il consumo energetico complessivo del ciclo di produzione (fusione + lavorazione ed attività secondarie), espresso per tonnellata di vetro fuso.

SETTORE	***CONSUMO ENERGETICO***
	GJoule/tonn. Vetro
Cavo	4-10
Cavo per uso domestico	6-18
Piano	5-10
Borosilicato (tubo e cavo)	4-15
Borosilicato (lana e filato)	15-30
Vetro al piombo	13-28

Malgrado le aziende vetrarie italiane siano caratterizzate da consumi energetici specifici, riferiti ad una tonnellata di vetro prodotto, tra i più bassi d'Europa, i valori sono compresi in un intervallo relativamente ampio. Ciò è dovuto, a differenza dagli altri Paesi Europei, alla presenza di numerosi forni di piccola e media dimensione, nonché all'uso di un numero significativo di forni della tipologia a recupero di calore (Unit Melter), caratterizzati da più elevati consumi energetici.

In Italia, l'80 % circa della produzione di vetro industriale é ottenuta mediante combustione con metano.

L'impiego di altro combustibile fossile si limita all'uso di olio a basso tenore di zolfo (contenente circa 1 % di S).

L'energia elettrica viene impiegata sia per l'alimentazione di ventilatori, compressori e per altri servizi, che per fornire calore ausiliario durante la fusione, sottoforma di "boosting elettrico".

Il riscaldamento totalmente elettrico per il processo di fusione del vetro é limitato alla produzione di vetri speciali (vetro borosilicato, vetro al piombo, vetro opale, vetro sodico-calcico di elevata qualità) e per capacità produttive ridotte (5-150 t/giorno).

E.3.2 Consumi di acqua

Il principale utilizzo dell'acqua nel ciclo di produzione del vetro é relativo all'umidificazione della miscela vetrificabile, al raffreddamento delle strutture, dei macchinari, del vetro di scarto; al lavaggio del prodotto finito.

Vetro cavo

Normalmente, l'uso di acqua riguarda le seguenti operazioni:
- umidificazione della miscela vetrificabile, per limitarne lo spolverio;
- raffreddamento delle strutture termicamente piú critiche del forno fusorio;
- raffreddamento delle lame per il taglio delle gocce di vetro;
- raffreddamento del vetro caldo scartato nella formazione del manufatto o drenato dal forno.

Una consistente quantità di acqua viene impiegata per il raffreddamento delle strutture sollecitate termicamente (elettrodi, infornatrici, pompe a vuoto, compressori, ecc.).

L'acqua utilizzata per il raffreddamento delle lame contiene degli oli lubrificanti in emulsione.

Sia nei casi in cui viene utilizzata a ciclo aperto che nell'utilizzo con ciclo chiuso, lo scarico dell'acqua non costituisce un problema; infatti, nel primo caso le caratteristiche rientrano nei limiti fissati dalle normative, nel secondo caso viene riciclata, previo reintegro dell'acqua evaporata.

L'acqua utilizzata per il raffreddamento del vetro caldo, inquinata dalla presenza degli oli lubrificanti provenienti dalle macchine formatrici, opera in un ciclo chiuso nel quale si accumulano la polvere di vetro, gli oli lubrificanti non trattenuti dal rottame di vetro ed il calore.

Quest'acqua viene sottoposta a decantazione prima di essere inviata alla torre di raffreddamento per lo smaltimento del calore.

Periodicamente, i residui separati nelle vasche di decantazione vengono asportati per essere smaltiti.

Il consumo d'acqua relativo alla produzione di vetro cavo, in presenza di riciclo, é di circa 1–5 m^3/tonn. vetro. Nel caso di produzione di vetro per uso domestico i consumi sono compresi tra 4 e 9 m^3/tonn. vetro

Il ciclo di produzione effettuato mediante forno elettrico, con lavaggio ad umido dei fumi, comporta consumi di acqua fino a valori di 20 m^3/tonn. vetro.

Vetro piano

Il consumo d'acqua nella produzione di vetro piano riguarda, generalmente le seguenti operazioni:
- umidificazione della miscela vetrificabile;
- raffreddamento delle strutture ed attrezzature varie;
- raffreddamento e lavaggio del nastro di vetro;
- lavaggio dei vetri sottoposti a processi di laminazione, tempera ecc.;
- acque di processo per la produzione dello specchio.

Le acque di raffreddamento e quelle di lavaggio vengono, in genere, utilizzate in circuito chiuso con reintegro dell'aliquota evaporata. Esse, solitamente, contengono quantità poco significative di solidi in sospensione.

Diversamente, le acque derivanti dalla produzione dello specchio possono contenere quantità importanti di metalli pesanti e di ammoniaca e richiedono pertanto un trattamento specifico per la separazione e recupero degli inquinanti.

Il consumo d'acqua relativo alla produzione di vetro piano é di circa 1- 2 m^3/tonn. vetro.

Vetro borosilicato

Il consumo d'acqua relativo alla produzione di vetro borosilicato varia notevolmente con la tipologia di prodotto. In particolare, mentre la produzione di contenitori e di tubo rientra negli schemi descritti per il vetro cavo, i processi di formazione della lana e del filato di vetro rappresentano un caso a parte.

Produzione della lana e del filato di vetro

Il consumo di acqua nel ciclo di produzione della lana e del filato di vetro riguarda le seguenti operazioni:

- raffreddamento delle strutture e di attrezzature varie;
- raffreddamento della fibra o del filato di vetro;
- trattamento della fibra o del filato con sospensioni acquose di resine a base di polimeri organici.
- raffreddamento indiretto dei compressori, ecc.

L'acqua utilizzata per il raffreddamento delle strutture e del prodotto viene generalmente riciclata.

Le acque reflue provenienti dai trattamenti della lana e del filato di vetro con appretti organici richiedono un processo di trattamento chimico/fisico.

Il consumo di acqua per la produzione di filato di vetro é di circa 8 m^3/tonn. vetro; nel caso della fibra i consumi sono di circa 80 m^3/tonn. vetro.

Vetro al piombo

Il ciclo di produzione del vetro al piombo é del tutto simile a quello del vetro cavo sodico-calcico. L'acqua di processo viene, generalmente utilizzata a ciclo chiuso.

Nel caso in cui venga effettuata, direttamente nel sito di produzione, l'operazione di lucidatura chimica, con soluzioni diluite di acido fluoridrico, é necessario un trattamento chimico per la rimozione degli inquinanti presenti nelle acque di lavaggio. Il consumo di acqua relativo alla produzione di vetro al piombo é di circa 8 m^3/tonn. vetro, comprese le lavorazioni secondarie (lavaggio, lucidatura, ecc.).

Vetro artistico

Il consumo di acqua nel ciclo di produzione di vetro artistico a lavorazione manuale può variare notevolmente in funzione delle tipologie di articoli lavorati. I principali usi dell'acqua dono i seguenti:

1) Lavorazioni di finitura (taglio, lucidatura, molatura)
2) Raffreddamento/lavaggio delle canne di soffiatura del vetro
3) Raffreddamento degli stampi

Le acque provenienti dalle operazioni di finitura richiedono un trattamento specifico per la separazione dei solidi in sospensione ed, eventualmente, per la rimozione

dei metalli presenti in soluzione. In genere, le acque debitamente trattate possono essere riciclate alle operazioni di moleria.

E.3.3 Consumo di risorse naturali

Le materie prime utilizzate in maggior quantità per la produzione di vetro sono abbondantemente presenti in natura (sabbie, feldspati, dolomite, carbonato di calcio ecc.); altre vengono ottenute chimicamente a partire da minerali (carbonato di sodio, solfato di sodio ecc.).

Ciò comporta, comunque, un consumo di risorse naturali che può essere stimato approssimativamente nei tenori seguenti, relativi all'anno di produzione 2002:

Vetro cavo	2,750,000	tonn/anno
Vetro piano	775,000	tonn/anno
Vetro borosilicato (lana + filamento)	193,000	tonn/anno
Tubo e vetri tecnici	222,500	tonn/anno
Vetro al piombo e altri vetri	125,000	tonn/anno

L'estrazione delle materie prime dalle cave richiede, in genere, una pianificazione preventiva degli interventi necessari a ristabilire le condizioni ambientali dopo la chiusura parziale o totale dell'area di estrazione. Il costo di questa operazione é sostenuto indirettamente dall'industria del vetro, consumatrice del minerale estratto.

E.4 Aspetti ambientali – Emissioni

L'aspetto ambientale più rilevante dell'industria del vetro è rappresentato dalle emissioni in atmosfera. Alcuni settori sono caratterizzati da lavorazioni secondarie del prodotto in vetro che generano anche emissioni idriche significative (fibra e filamento continuo di vetro, vetro al piombo).

E.4.1 Emissioni in atmosfera

Le emissioni derivanti dal ciclo di produzione del vetro sono generate principalmente dal processo di fusione ad alta temperatura; esse dipendono sostanzialmente dal tipo di vetro prodotto, quindi dalle materie prime impiegate, dal tipo di forno e di combustibile utilizzati per la fusione.

Gli inquinanti principali sono rappresentati da: polveri, ossidi di azoto, ossidi di zolfo, anidride carbonica. A questi si aggiungono altri inquinanti occasionali che dipendono fortemente dalla qualità delle materie prime impiegate o dall'utilizzo di sostanze particolari, necessarie per conferire caratteristiche specifiche al prodotto (opacità, brillantezza, colorazione ecc.): cloruri e fluoruri gassosi, metalli pesanti.

Polveri totali

Sono dovute in parte allo spolverio delle frazioni fini presenti nella miscela vetrificabile, ma principalmente ai fenomeni di evaporazione delle sostanze piú volatili dal bagno di vetro che ricondensano nella fase di raffreddamento dei fumi.

Esse dipendono fondamentalmente dal tipo, dalle qualità e quantità delle materie prime impiegate, dalla temperatura del forno,dalla velocità di passaggio dei fumi sulla superficie del bagno di vetro e dal tonnellaggio di vetro prodotto. Sono caratterizzate da una granulometria molto fine di cui circa l'80 % é inferiore a 2 µm.

Nel caso di vetri sodico-calcici le polveri sono costituite per il 95 % circa di solfati di Na, K, Ca, Mg.

Nel caso di produzione di vetro borosilicato (tubo, fibra e filato) le emissioni di polvere sono dovute sostanzialmente all'evaporazione dei composti del boro, estremamente volatili, presenti nella miscela vetrificabile. La composizione delle polveri é costituita da circa il 95 % di borati di sodio, calcio e potassio.

La produzione di vetro al piombo é caratterizzata da emissioni di polveri contenenti fino al 70-80 % di ossido di Pb, solo nel caso di fusione in forni a combustione convenzionale.

Nel caso di impianti dotati di sistemi di trattamento fumi per la riduzione degli inquinanti gassosi, mediante aggiunta di reagenti alcalini solidi, la qualità e quantità delle polveri totali varia significativamente in funzione della tipologia di reagente impiegato e della sua quantità.

Ossidi di azoto (NOx)

Possono avere due diverse origini: l'ossidazione, ad alta temperatura, dell'azoto contenuto nell'aria di combustione, la decomposizione di nitrati alcalini eventualmente utilizzati nella miscela vetrificabile per la produzione di vetri di elevata qualità.

L'emissione di NOx é influenzata principalmente dall'eccesso d'aria di combustione, dalla temperatura di preriscaldo dell'aria, dalle temperature di fiamma e dal tempo di residenza ad alta temperatura . Conseguentemente a quanto detto sopra, a parità di altre condizioni, le concentrazioni di NOx variano in funzione del tipo di forno (End Port, Side Port, Unit Melter) e di combustibile (olio, metano) utilizzati per la fusione del vetro.

Gli ossidi di azoto emessi dai forni per vetro sono costituiti principalmente da NO (90-95 %), il resto é rappresentato da NO_2.

Ossidi di zolfo (SOx)

Possono avere due diverse origini: ossidazione dello zolfo contenuto nell'olio combustibile, decomposizione delle materie prime contenenti zolfo, spesso presenti nella miscela vetrificabile dei vetri industriali come affinanti della massa vetrosa fusa (prevalentemente solfati di sodio o di calcio, raramente solfato di bario) o come coloranti (solfuri) del vetro giallo ambra.

Loppe di altoforno, con un tenore di solfuri di circa l'1 %, vengono impiegate principalmente come coadiuvanti dell'affinaggio. L'ossidazione dello zolfo porta alla formazione di ossidi di zolfo che vengono emessi con i fumi di combustione.

Il rottame di vetro, aggiunto in quantità variabili alla miscela vetrificabile, puó dare origine ad emissioni di SOx a causa del suo diverso grado di saturazione in SO_3, rispetto al vetro da produrre. Infatti, lo stato di ossidazione del vetro determina il suo grado di saturazione in SO_3, con conseguente emissione dei composti dello zolfo presenti in eccedenza.

Gli ossidi di zolfo emessi dai forni per vetro sono costituiti principalmente da SO_2 (circa il 92-95 %), il resto é rappresentato da SO_3.

Cloruri gassosi (HCl)

La presenza di cloruri gassosi nei fumi emessi da un forno per vetro é dovuta esclusivamente alle impurezze contenute nelle materie prime e nel rottame, utilizzati per la preparazione della miscela vetrificabile.

Le principali fonti di cloruri sono rappresentate dal carbonato di sodio (Solvay), ottenuto a partire dal cloruro di sodio, dalle loppe di altoforno, talvolta raffreddate con acqua di mare, dal rottame proveniente dalla raccolta ecologica.

In casi particolari, per alcune tipologie produttive, le emissioni di cloruri gassosi possono derivare dall'impiego di cloruro di sodio nella miscela vetrificabile.

Un'altra sorgente di emissione di cloruri gassosi è rappresentata dalle operazioni di trattamento a caldo della superficie dei contenitori, normalmente eseguite mediante l'uso di stagno tetracloruro. In questo caso, parte del prodotto evapora a contatto del vetro caldo dando origine ad emissioni in atmosfera di HCl.

Fluoruri gassosi (HF)

Le emissioni di fluoruri gassosi possono avere due diverse origini: la presenza di impurezze nelle materie prime e nel rottame impiegati; l'uso di composti a base di fluoro nella composizione della miscela vetrificabile.

Le materie prime caratterizzate dalla presenza di quantità variabili di fluoruri, quali impurezze, sono generalmente la dolomite, le sabbie trattate e purificate, il rottame proveniente dalla raccolta ecologica.

Nel caso di produzione di vetro opale, la miscela vetrificabile viene formulata in modo che nella massa vetrosa finale sia presente circa il 5-6 % di fluoro, allo scopo di impartire la necessaria opalescenza al prodotto finale. L'evaporazione di quantità anche modeste di fluoro porta ad emettere concentrazioni elevate di questo inquinante.
Per il suddetto motivo la fusione del vetro opale viene eseguita normalmente in forni elettrici a volta fredda.

La produzione di vetro borosilicato, ad esclusione del filamento continuo, spesso richiede l'utilizzo, come affinante, di piccole quantità di fluoruro di calcio nella miscela vetrificabile. La decomposizione ed evaporazione parziale di questo composto provoca l'emissione di HF in quantità significative.

Le operazioni di lucidatura della superficie del cristallo al piombo, mediante soluzioni diluite di acido fluoridrico, possono dare origine ad emissioni in atmosfera di fluoruri gassosi, sottoforma di HF.

Metalli pesanti

Ad eccezione della produzione di vetro al piombo e del vetro artistico, la presenza di metalli pesanti nelle emissioni derivanti dai forni per la produzione di vetro industriale dipende quasi esclusivamente dalle impurezze contenute nelle materie prime impiegate, in particolare nel rottame proveniente dalla raccolta ecologica.

I metalli riscontrabili in concentrazioni apprezzabili sono il piombo ed il cromo (III), ed, in quantità ben piú modeste, il cadmio, l'arsenico, l'antimonio, provenienti presumibilmente dal rottame di vetro artistico.

A volte possono essere utilizzate come coloranti o decoloranti quantità significative di selenio, cobalto, nichel, cromo.

Anche la tipologia del combustibile impiegato per la fusione puó contribuire all'emissione di metalli pesanti, in particolare nel caso di combustione con olio si possono rilevare emissioni di nichel e vanadio, le cui quantità dipendono dalla provenienza del greggio utilizzato per la produzione dell'olio impiegato.

Nel caso specifico della produzione di vetro al piombo, la presenza di ossidi di piombo nella miscela vetrificabile, necessaria a conferire le caratteristiche di brillantezza al prodotto, provoca una parziale evaporazione dal bagno di vetro con conseguente emissione di concentrazioni elevate di ossidi di Pb.

E' per tale motivo che la produzione industriale di vetro al piombo viene eseguita prevalentemente con forni elettrici a volta fredda.

E.4.2 Scarichi idrici

Come già indicato nei precedenti paragrafi, la maggior parte dell'acqua utilizzata nel ciclo di produzione del vetro viene riciclata. In alcuni casi, in particolare nella produzione di lana di vetro ed il filamento continuo è necessario scaricare dopo trattamento parte delle acque utilizzate per il processo. Per questi settori, l'ammontare degli scarichi idrici sono rispettivamente di circa 65 m^3/ton di vetro fuso per la lana di vetro e 5 m^3/ton di vetro fuso per il filato continuo.

I principali inquinanti che possono essere contenuti nelle acque scaricate sono i seguenti:

Vetro cavo	Solidi sospesi, oli minerali
Vetro piano	Solidi sospesi
Vetro al piombo	Composti del piombo, $SO_4^{=}$, F^-
Lana di vetro	Ammoniaca, fenolo
Filamento continuo di vetro	Solidi sospesi, formaldeide, tensioattivi
Vetro artistico	Solidi sospesi, metalli

E.4.3 Emissioni sonore

Il ciclo di produzione del vetro può essere caratterizzato da emissioni sonore anche particolarmente elevate, strettamente legate alla tecnologia impiegata per la lavorazione del vetro.

Normalmente, i limiti assoluti di immissione vengono rispettati e, pertanto, il criterio differenziale non si applica agli impianti per la produzione di vetro, di qualsiasi tipologia, esistenti alla data di entrata in vigore del decreto 11 dicembre 1996, in quanto sono impianti a ciclo continuo, la cui fermata causerebbe un danno irreparabile alle strutture dei forni stessi.

Le principali sorgenti di rumore per i diversi settori sono le seguenti:

Sorgenti di emissioni sonore comuni tutti i settori

A prescindere dalla tipologia di vetro prodotta, nell'industria vetraria si osservano delle sorgenti di rumore comuni alla maggior parte degli impianti di produzione di vetro diverse, in particolare:

- Compressori per la rete aria di alta e bassa pressione
- ventilatori per l'aria di combustione;
- ventilatori per l'evacuazione dei fumi di combustione

Vetro cavo

Le macchine per la produzione di vetro cavo (bottiglie, vasi, bicchieri, ecc.) utilizzano aria compressa per il processo di soffiatura degli articoli in vetro, ed aria ventilata per il raffreddamento. La lavorazione eseguita con macchine a ciclo continuo comporta livelli di rumorosità > 90 dB(A), con la conseguente necessità di creare aree protette per i lavoratori e di operare sempre con l'ausilio di dispositivi di protezione individuale (cuffie, tappi). I livelli di emissione in ambiente esterno sono normalmente inferiori ai limiti previsti dalla legge, relativamente ad una classificazione delle aree di insediamento dell'impianto di produzione come aree ad attività industriale.

Vetro piano

Nella lavorazione del vetro piano sono presenti operazioni caratterizzate da livelli di rumorosità superiori alla soglia di rischio, in particolare le operazioni di taglio delle lastre con convogliamento automatico degli scarti di produzione, mediante adeguati sistemi di trasporto, alla frantumazione.

Queste operazioni vengono eseguite in aree confinate, limitando al minimo l'emissione rumorose nell'ambiente circostante e l'esposizione dei lavoratori.
Altre sorgenti di rumore sono rappresentate dai sistemi di raffreddamento (soffianti).

Vetro borosilicato (lana, filato, tubo di vetro)

I processi di lavorazione di questi tipi di vetro non comportano particolari operazioni rumorose. Le emissioni sonore sono riconducibili alle operazioni eseguite da macchine in movimento quali taglierine, rulli, nastri trasportatori, movimentazione dei tubi di vetro, ventilatori di raffreddamento, compressori, ecc.

Vetro al piombo

Per questo tipo di vetro valgono le stesse considerazioni fatte in generale per il vetro cavo.

Vetro artistico

Per il ciclo di lavorazione del vetro artistico le principali sorgenti di emissioni sonore sono le seguenti:

- Utilizzo di aria compressa per la soffiatura in semi-automatico dei manufatti
- Operazioni di finitura dei prodotti in vetro (taglio, molatura, lucidatura).

Ciascun settore impiega normalmente tutte le migliori tecnologie disponibili per ridurre l'impatto ambientale dovuto alle emissioni sonore; tuttavia, alcune attività, in particolare la produzione di vetro cavo, non consentono miglioramenti significativi dei propri livelli di emissione, a causa della totale assenza di tecnologie alternative.

E.4.4 Valori di emissione in atmosfera

I tipici valori di emissione, relativi ai principali inquinanti e riferiti a forni che non hanno ancora applicato misure primarie e/o secondarie per la riduzione delle emissioni solide e gassose, sono presentati nella seguente tabella:

	Vetro Cavo	**Vetro Piano**	**Vetro Borosilicato**	**Vetro al Piombo**	**Vetro Artistico**
	mg/Nm^3, 8 % O_2	mg/Nm^3, 8 % O_2	mg/Nm^3 (1)	mg/Nm^3 (1)	mg/Nm^3, 13 % O_2
Polveri totali	85 – 300	70 – 160	150 – 700 (lana) 300 – 500 (filato) 400 – 700 (tubo)	-	70 – 300
NOx					
Forni a recupero di calore (Unit Melter) Senza nitrati nella miscela	700 – 1400		600 – 1200	-	300 – 500 (forni a bacino giornalieri e forni a crogiolo)
Forni a recupero di calore (Unit Melter) Con nitrati nella miscela	1500 – 2300		1600 – 2200	-	1500 – 3000 (forni a bacino giornalieri e forni a crogiolo)
Forni a rigenerazione (End Port)	1200 – 2100	1200 – 1600			
Forni a rigenerazione (Side Port)	2200 – 2600	1500 – 3000	1200-1500 (tubo)		
Forni a rigenerazione con nitrati nella miscela	2000 –3000		2000-6000 (tubo)		
Forni elettrici			400 – 800	200 – 500	
SOx					
Forni a metano	100 – 400 (vetro da tavola 600 – 1200 (contenitori)	300 – 600	< 100 (lana) 1000-1800 (filato) < 100 (tubo)	< 100	< 100
Forni ad olio	1500 – 2300	1600 – 1800			

(1) Le concentrazione non sono state riferite all'8 % di O_2, in quanto riguardano forni di diversa tipologia : forni elettrici, ad ossicombustione, ecc.

E.4.5 Emissioni derivanti da processi secondari

Tra i processi secondari eseguiti su prodotti in vetro sono state identificate le lavorazioni che per la loro specificità richiedono una valutazione separata delle emissioni in atmosfera e delle migliori tecniche disponibili per la riduzione dell'impatto ambientale ad esse associato.

E. 4.5.1 Trattamenti superficiali del vetro eseguiti a caldo

Il trattamento a caldo del vetro cavo, eseguito mediante cloruri di stagno, dà origine ad emissioni solide e gassose, in concentrazione e flusso di massa variabili in funzione della quantità di prodotto utilizzata per il trattamento.
Le sostanze emesse in atmosfera sono le seguenti:

- Polveri totali, costituite in buona parte da composti dello stagno
- Stagno e suoi composti
- Cloruri gassosi, sottoforma di HCl

I valori di emissione sono generalmente compresi negli intervalli riportati in tabella:

Emissioni in atmosfera		mg/Nm³	g/t. vetro fuso
	Composti dello stagno (Sn)	1 - 30	0.2 – 8
	Cloruri gassosi (HCl)	15 – 300	3 – 30
	Polveri totali	5 – 50	1 – 70

Il trattamento a caldo del vetro, mediante l'uso di SO_3, ottenuta per conversione catalitica del biossido di zolfo (vetro cavo), oppure con l'impiego di SO_2 nel caso del vetro piano, danno origine ad emissioni di ossidi di zolfo . Nel caso del trattamento di solforazione del vetro cavo, la percentuale di SO_3 sul totale delle emissioni di SOx, può essere significativa.

I tipici valori di emissione sono riportati nella seguente tabella:

Emissioni in atmosfera		mg/Nm³	g/t. vetro fuso
Vetro cavo	Ossidi di zolfo totali (espressi come SO_2)	200 – 900	100 - 600
Vetro piano	Ossidi di zolfo totali (espressi come SO_2)	150 – 300	20– 40

E. 4.5.2 Trattamenti superficiali del vetro eseguiti a freddo

Il trattamento a freddo del vetro cavo, eseguito mediante acido oleico ed emulsioni a base di polietilene dà origine ad emissioni in atmosfera di composti organici in quantità modesta, normalmente inferiori a 0.1 mg/Nm³, corrispondenti a flussi di massa < 0.2 g/h .

E. 4.5.3 Lavorazione secondaria del cristallo al piombo

La lavorazione secondaria del cristallo al piombo consiste in un ciclo di trattamento utilizzato per impreziosire le superfici degli articoli in vetro. Essa consiste in due processi principali: la molatura e/o la lucidatura chimica.

La ***molatura*** comporta l'asportazione di materiale con un processo ad umido, e sotto aspirazione.Le emissioni che si generano da questa fase sono rappresentate da polveri di vetro e da acque reflue con solidi sospesi, contenenti piombo. I sistemi utilizzati per il contenimento delle emissioni consistono in impianti di filtrazione per la separazione ed il recupero delle polveri di vetro.

La ***lucidatura*** viene eseguita mediante immersione degli articoli in vetro in un bagno acido, composto da circa il 30 % di acido solforico e dal 2-3 % di acido fluoridrico, mantenuto ad una temperatura < 50 °C.

I sistemi utilizzati per il contenimento delle emissioni derivanti dalla lucidatura sono i seguenti:

a) Trattamento delle acque reflue con idrato di calcio $Ca(OH)_2$, per la rimozione dei fluoruri e solfati.
b) Trattamento dei vapori acidi provenienti dal bagno di lucidatura mediante lavaggio ad umido e successiva raccolta delle acque reflue per il trattamento previsto al punto (a).

Il prodotto derivante dal trattamento delle acque reflue consiste in un "gesso chimico" $CaSO_4$, contenente minime percentuali di CaF_2.

Tale residuo, opportunamente trattato, può essere utilizzato esternamente al settore vetro, per la produzione di cemento.

Il ciclo di trattamento descritto per la seconda lavorazione del vetro al piombo (cristallo) rappresenta la migliore tecnica disponibile.

Le emissioni caratteristiche della seconda lavorazione del vetro al piombo sono le seguenti:

Emissioni in atmosfera	Fluoruri gassosi (HF)	< 5 mg/Nm^3
Emissioni in acqua	Fluoruri (F^-)	< 6 mg/l
	Solfati ($SO_4^=$)	< 1000 mg/l

E. 4.5.4 Lavorazioni di apprettatura della lana di vetro

Le principali emissioni derivanti dal processo secondario di apprettatura della lana di vetro sono rappresentate dalle emissioni in atmosfera di sostanze derivanti dalla composizione dell'appretto utilizzato, in particolare: polveri totali, composte sia da una frazione organica che inorganica, fenolo, formaldeide ed ammoniaca.

Le emissioni in atmosfera sono caratterizzate da un elevato volume dei fumi ed alta umidità.
I valori di emissione sono generalmente compresi negli intervalli presentati in tabella:

Emissioni in atmosfera	Polveri totali	10-50 mg/Nm^3
	Fenolo	2-10 mg/Nm^3
	Formaldeide	0.5-2 mg/Nm^3
	Ammoniaca	20-80 mg/Nm^3

E 4.5.5 Lavorazioni di apprettatura del filamento continuo di vetro

Le principali emissioni derivanti dal processo secondario di apprettatura del filamento continuo di vetro sono rappresentate dalle emissioni in atmosfera di sostanze organiche contenute negli appretti/leganti utilizzati, in particolare: polveri totali, formaldeide ed ammoniaca.

I valori di emissione sono generalmente compresi negli intervalli presentati in tabella:

Emissioni in atmosfera	Polveri totali	< 20 mg/Nm^3
	Formaldeide	< 20 mg/Nm^3
	Ammoniaca	< 30 mg/Nm^3

E.5 Rifiuti solidi e contaminazione del suolo

Il principale scarto, imputabile al ciclo di produzione del vetro, é rappresentato da vetro (rottame, filato, lana ecc.), che in gran parte viene avviato ad attività di recupero. Gli altri rifiuti significativi, presenti nell'industria del vetro, sono rappresentati dal materiale refrattario proveniente dalla riparazione e rifacimento dei bacini di fusione, camere di rigenerazione, canali di alimentazione ecc., dai materiali per l'imballaggio: carta, cartone, legno e plastica.

L'aliquota di rifiuti solidi (avviati in discarica), relativamente ai diversi settori di produzione é circa la seguente:

Vetro cavo	1-7	Kg/tonn.
Vetro piano	2-8	Kg/tonn.
Vetro borosilicato (contenitori e tubo)	15-50	Kg/tonn.
Vetro borosilicato (filato)	250	Kg/tonn.
Vetro borosilicato (lana)	85	Kg/tonn.
Vetro al piombo	15 (*)	Kg/tonn.

(*) Nel caso del vetro al piombo, la produzione di rifiuti varia notevolmente in funzione della presenza o meno delle seconde lavorazioni nel sito di produzione. Infatti, il processo di acidatura/lucidatura del vetro richiede un trattamento di neutralizzazione delle acque reflue con conseguente produzione di gessi, che vengono normalmente recuperati da altri settori industriali.
In questo caso, la produzione totale di rifiuti solidi raggiunge valori di circa 50-60 Kg/tonn. di vetro fuso.

E. 6 ASPETTI AMBIENTALI: ANALISI DEI RISCHI

L'industria del vetro, normalmente, non è compresa tra i settori ad alto rischio ambientale. Tuttavia, in base alle materie prime impiegate che possono comprendere anche sostanze pericolose, un numero limitato di installazioni può essere soggetto alla normativa relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose.

Le sostanze che possono comportare un rischio ambientale a causa delle quantità stoccate per l'impiego nel ciclo di produzione sono:

- ossidi di piombo, per la produzione di vetro al piombo
- composti dell'arsenico, per la produzione di vetro artistico

Altre sorgenti di rischio potrebbero essere rappresentate dallo stoccaggio di sostanze comburenti (ossigeno), nel caso di forni ad ossicombustione e dallo stoccaggio di ammoniaca, nel caso di impiego del sistema SCR o SNCR per la riduzione delle emissioni di NOx.

E. 7 MIGLIORI TECNICHE E TECNOLOGIE

Tecnologie disponibili

Le tecnologie disponibili per il controllo delle emissioni solide e gassose si dividono in due diverse tipologie:

- interventi primari, aventi lo scopo di evitare la formazione degli inquinanti stessi;
- interventi secondari che mirano a ridurre le emissioni degli inquinanti mediante la loro rimozione dai fumi.

Le tecnologie che possono essere applicate al ciclo di produzione dei vari tipi di vetro variano in funzione di diversi parametri tra i quali:

- tipo di inquinante da controllare;
- tipo di forno e sua capacità produttiva;
- tipo di vetro prodotto;
- combustibile impiegato nella fusione.

E.7.1 Polveri totali

E.7.1.1 Movimentazione e stoccaggio delle materie prime

La maggior parte delle materie prime utilizzate per il ciclo di produzione del vetro è costituita da minerali in forma solida ed altri prodotti chimici inorganici. La granulometria delle materie prime impiegate può variare da polveri grossolane a polveri molto fini, in funzione del tipo di prodotto utilizzato.

La movimentazione e lo stoccaggio delle materie prime comportano il rischio di spolverio con la conseguente emissione in atmosfera di polveri.
Al fine di minimizzare le emissioni di polveri in atmosfera, i materiali vengono stoccati in silos dotati di sistemi di abbattimento delle polveri mediante filtri a maniche, che operano durante la fase di scarico pneumatico della materia prima dal sistema utilizzato per ili trasporto.

La pesatura, miscelazione e trasporto della miscela vetrificabile al forno vengono generalmente eseguite in sistemi chiusi, dotati di aspirazione e filtrazione delle polveri . In alcuni casi, la movimentazione della miscela al forno viene eseguita mediante un sistema di contenitori aperti; ciò avviene in stabilimenti relativamente vecchi, dotati di spazi molto limitati che non consentono l'applicazione di tecnologie più sofisticate.
Per limitare i fenomeni di spolverìo, la miscela vetrificabile viene normalmente umidificata aggiungendo una percentuale variabile di acqua (2-3 %). Per alcuni tipi di vetro, in particolare per i vetri borosilicati questa operazione non viene eseguita.

L'alimentazione della miscela vetrificabile al forno viene normalmente eseguita mediante sistemi di alimentazione il più possibile chiusi, in modo da limitare la possibie emissione di polveri in ambiente di lavoro e ridurre la circolazione d'aria nella zona di infornaggio (dog-house).

Nel caso di alimentazione della miscela ai forni elettrici a volta fredda, i fenomeni di spolverìo possono comportare emissioni di polveri significative, se espresse in concentrazione (mg/m^3), ma caratterizzate da bassi flussi di massa; normalmente, per limitare tali fenomeni la zona di infornaggio è dotata di sistemi di aspirazione e filtrazione delle polveri di norma mediante filtri a maniche.

E.7.1.2 Interventi primari

Principio ed applicabilità

Le polveri emesse dai forni per vetro sono generate principalmente dai fenomeni di evaporazione dal bagno di vetro fuso (circa il 90 %), pertanto, gli interventi di tipo primario hanno lo scopo di limitare tale fenomeno.

Una riduzione delle emissioni di polveri puó essere effettuata diminuendo la presenza di sostanze volatili nella composizione della miscela vetrificabile. Anche una riduzione della temperatura del forno porta ad un contenimento dei fenomeni di evaporazione dal bagno di vetro fuso.

Tra gli interventi che possono essere eseguiti in qualsiasi momento della vita del forno, compatibilmente con le esigenze del ciclo produttivo e la disponibilità dei materiali da utilizzare, i più significativi sono:

- Utilizzo di carbonato di sodio a basso contenuto di NaCl

- Impiego di rottame a basso contenuto di fluoruri, cloruri e metalli pesanti (Pb);
- Riduzione della quantità di materie prime volatili nella composizione della miscela vetrificabile (solfati alcalini ed alcalino-terrosi, composti del boro, fluoruri, cloruri);
- Impiego di combustibile a basso tenore di zolfo (olio BTZ) o esente da zolfo (metano).
- L'aumento della quantità di rottame impiegata nella miscela vetrificabile, la riduzione della temperatura della sovrastruttura del forno si traduce in una riduzione delle emissioni di polveri totali.
  Va osservato, tuttavia, che per alcuni tipi di vetro la quantità di rottame disponibile e/o impiegabile nel processo di fusione puó essere fortemente limitata da esigenze di elevata qualità del prodotto (vetro cavo di elevata qualità, vetro piano, vetro borosilicato);
- Utilizzo di miscela pellettizzata per la fusione; l'applicazione di questa tecnologia porta principalmente ad una limitazione dello spolverio della miscela vetrificabile. Il suo impiego é fortemente limitato dal costo elevato del processo di pellettizzazione che ne giustificherebbe l'uso solo per vetri ad elevato valore aggiunto.

L'effetto dovuto alle suddette modifiche puó essere valutato in una riduzione delle emissioni di circa il 10-20 % del valore iniziale.

Altri interventi di tipo primario riguardano l'applicazione di tecnologie la cui implementazione spesso richiede la totale ricostruzione del forno. Tra questi, i più significativi sono :

- La modifica della geometria del forno, in modo da favorire i moti convettivi e, conseguentemente, la trasmissione del calore con diminuzione della temperatura della superficie del bagno;
- La scelta ed il posizionamento dei bruciatori in modo da evitare la presenza di punti ad elevata temperatura sulla superficie del bagno;
- L'utilizzo del boosting elettrico nella fusione del vetro; questo intervento porta ad una diminuzione della quantità totale di polveri emesse ma, a causa della diminuzione del volume fumi, la concentrazione delle emissioni resta pressoché invariata;
- Fusione con forno totalmente elettrico; questa tecnologia consente di limitare l'emissione di polveri alla frazione dovuta allo spolverio della miscela vetrificabile (meno del 10 % dei valori iniziali). La produzione di vetro mediante forni elettrici a volta fredda è compresa nell'allegato 1 del DPR 25 luglio 1991 " Elenco delle attività ad inquinamento poco significativo". La fusione elettrica, essendo molto costosa, puó essere applicata solo per la produzione di vetri ad alto valore aggiunto, e/o caratterizzati da livelli di emissione particolarmente elevati (vetro opale, vetri borosilicati, cristallo al piombo, vetro da tavola di elevata qualità). I forni totalmente elettrici sono, generalmente, di piccola capacità.

<u>Applicazioni industriali</u>

In Italia, tutti i forni per vetro impiegano già quantità considerevoli di rottame, compatibilmente con la qualità del vetro richiesto.
La maggior parte dei forni utilizza il boosting elettrico come supplemento per la fusione ed impiega materie prime a basso contenuto di sostanze volatili, in particolare il carbonato di sodio Solvay caratterizzato da percentuali di NaCl di circa 0.12 %.

Risultati ottenibili

Attualmente, l'applicazione degli interventi primari per la riduzione delle emissioni di polveri dai forni per vetro puó portare ad una diminuzione di circa il 10-30 % in funzione delle diverse tecnologie impiegate.

Costi di investimento e di esercizio

I costi di investimento possono essere valutati in circa 0.15 ÷ 0.20 Euro/tonn. vetro.

Nel caso della fusione elettrica, la riduzione delle emissioni di polveri puó superare il 90 % del valore iniziale, con forni convenzionali; i costi di investimento sono alti in quanto la vita media del forno é di 2-4 anni, in funzione del tipo di vetro prodotto.
I costi di esercizio sono elevati.

Impatto ambientale

I rischi ambientali derivanti dall'applicazione di queste tecnologie sono dovuti essenzialmente all'eventuale uso di energia elettrica per il trattamento delle materie prime e del rottame, per il boosting elettrico, per il processo di pellettizzazione della miscela vetrificabile, per la fusione con forno elettrico.

In questi casi si ha uno spostamento delle emissioni dal processo di fusione alla centrale termoelettrica.

E.7.1.3 Interventi secondari

Gli interventi secondari si basano essenzialmente sulla filtrazione delle polveri emesse, utilizzando sistemi diversi.

Filtro elettrostatico

Principio

La polvere contenuta nei fumi passa attraverso un campo elettrico dove viene caricata elettricamente e successivamente separata mediante deposizione sulla superficie di elettrodi ad alto voltaggio.

Generalmente, il sistema richiede un pre-trattamento dei fumi con reagente alcalino allo scopo di neutralizzare i gas acidi che potrebbero influire negativamente sulla filtrazione e sulla durata dei materiali che costituiscono l'impianto.
L'aggiunta di reagente alcalino comporta un notevole aumento delle polveri prodotte dal filtro, fino a 5-6 volte il valore iniziale di concentrazione.

Il materiale filtrato, viene raccolto automaticamente e stoccato in silos o appositi sacchi. Ha il vantaggio di consentire la filtrazione di fumi relativamente caldi (350-400 °C) e, quindi, di non richiedere il loro raffreddamento nel caso di forni a rigenerazione.

Applicabilità

Il sistema, in linea teorica, puó essere applicato ad ogni tipo di produzione e di forno. La principale limitazione é rappresentata dal suo costo; esso risulta economicamente accettabile nel caso di forni aventi una capacità produttiva di almeno 200-250 tonn/giorno di vetro.

Risultati ottenibili

L'efficienza di rimozione delle polveri varia dal 70 al 90 %, in base alla concentrazione iniziale ed al numero di campi che compongono il filtro.

Costi di investimento

Generalmente, i sistemi di filtrazione con filtro elettrostatico richiedono notevoli investimenti
0.8-3.5 Milioni di Euro, in base alla dimensione dell'impianto.

Impatto ambientale

L'impatto ambientale connesso con l'uso del precipitatore elettrostatico é dovuto principalmente all'elevata quantità di polvere prodotta che non sempre é riutilizzabile nel ciclo di fusione.

Ció può comportare il rischio di dover porre in discarica una notevole quantità di materiale (fino a 1000-2000 kg/giorno), le cui caratteristiche chimico-fisiche (solubilità elevata) impongono l'uso di particolari precauzioni; in molti casi è comunque possibile riutilizzare le polveri filtrate direttamente nella miscela vetrificabile, in sostituzione di una materia prima (solfato di sodio o solfato di calcio)

Il consumo di energia elettrica per il funzionamento del filtro, nonché per la movimentazione dei fumi (ventilatore) spostano parte dell'inquinamento alla centrale termoelettrica.

Filtri a maniche

Principio

I filtri a maniche si basano sulla separazione della polvere mediante tessuti idonei a sopportare temperature elevate ed aggressioni chimiche dovute alla presenza nei fumi di gas acidi. Le temperature di esercizio di questo tipo di filtro sono normalmente comprese tra 100-210 °C , in funzione della tipologia di fumi da trattare.

Ció comporta la necessitá di raffreddare i fumi mediante diluizione con aria, con l'uso di scambiatori di calore, mediante trattamento con soluzioni acquose iniettate nei fumi ad alta temperatura (quenching).

Risulta indispensabile selezionare il sistema di raffreddamento dei fumi in modo da evitare condensazioni acide sulle maniche, che ne comprometterebbero la resistenza chimica.

Per tale motivo, spesso risulta indispensabile utilizzare un sistema di pre-trattamento dei fumi per la rimozione dei gas acidi presenti nei fumi (SO_3, HCl, HF) con reagenti alcalini.

La rimozione della polvere dalle maniche filtranti viene effettuata mediante un sistema di soffiatura d'aria compressa; la polvere cosí separata viene raccolta automaticamente e stoccata in appositi sacchi o convogliata ad un silo.

Qualora la qualità del vetro da produrre lo consenta, la polvere composta dalle emissioni solide del forno e dai prodotti di reazione dei gas acidi contenuti nei fumi con i reagenti alcalini, viene riutilizzata nella formulazione della miscela vetrificabile per la produzione di nuovo vetro.

Applicabilità

Il sistema di filtrazione con filtri a maniche, in linea di principio puó essere utilizzato per qualsiasi tipo di vetro e di forno. Tuttavia, i notevoli ingombri, i costi di esercizio molto alti, le perdite di carico elevate inducono a limitarne l'applicazione su forni di piccola e media dimensione, con una portata massima dei fumi di 20.000-30.000 Nm^3/h.

La necessità di raffreddare i fumi impedisce l'applicazione del filtro a maniche nei casi in cui si debba effettuare anche un trattamento di denitrificazione dei fumi mediante catalizzatore (SCR). Infatti, quest'ultima tecnologia puó essere applicata solo su fumi depurati ed a temperature di circa 350 °C.

Risultati ottenibili

L'efficienza di rimozione delle polveri è, in genere, molto elevata; la concentrazione in uscita non dipende strettamente dalla concentrazione iniziale delle polveri ma piuttosto dalle caratteristiche chimiche dei fumi da trattare.

Costi di investimento

Generalmente, per impianti di produzione medio-piccoli, i filtri a maniche richiedono costi di investimento inferiori rispetto ai filtri elettrostatici.

Per capacità produttive elevate e, conseguentemente, per grandi volumi di fumi da trattare il costo di un filtro a maniche é paragonabile se non superiore a quello del filtro elettrostatico.

Impatto ambientale

Come per il filtro elettrostatico, l'impatto ambientale relativo all'uso del filtro a maniche deriva essenzialmente dalla quantità di polvere separata, che nel caso di trattamento dei fumi con reagenti alcalini, puó rappresentare un notevole problema per lo smaltimento in discarica.

Il riutilizzo della polvere nel ciclo di fusione del vetro puó comportare un aumento delle emissioni gassose (SOx, HCl, HF), dovuto alla progressiva saturazione del vetro da parte degli inquinanti gassosi abbattuti ed al rilascio in atmosfera dell'aliquota in eccedenza.

Il consumo di energia elettrica necessario per vincere le elevate perdite di carico che caratterizzano il sistema, mediante la movimentazione dei fumi con ventilatori, rappresenta un altro fattore di impatto ambientale; infatti, parte delle emissioni in atmosfera viene spostata alla centrale termoelettrica.

Sistemi di lavaggio ad umido

Nell'industria vetraria, i sistemi di lavaggio ad umido dei fumi sono utilizzati quasi esclusivamente per il trattamento delle emissioni derivanti da processi secondari del vetro: trattamenti a caldo del vetro cavo, lucidatura del vetro al piombo, apprettatura della lana e del filato di vetro.

Solo in casi isolati e molto particolari il lavaggio ad umido viene utilizzato per il trattamento dei fumi derivanti dal ciclo di fusione del vetro e solo per forni che utilizzano miscele vetrificabili prive di sostanze caratterizzate da elevata tossicità, quali l'arsenico e il piombo.

Questa tecnologia si basa sul lavaggio ad umido dei fumi mediante acqua o soluzione alcalina, rimuovendo con efficienze significativamente diverse sia le polveri che le emissioni gassose, ma richiedendo comunque una progettazione mirata al raggiungimento di una buona efficienza per l'una o per l'altra tipologia di inquinante.

In genere, la rimozione mediante lavaggio ad umido delle polveri generate dal forno di fusione del vetro viene applicata solo per processi di piccola dimensione, limitatamente al caso di forni elettrici, caratterizzati da bassi valori di temperatura dei fumi, < 100 °C e da polveri relativamente grossolane, derivanti dallo spolverìo della miscela vetrificabile.

La rimozione delle polveri di granulometria < 1 µm , tipiche dei forni per vetro a fusione tradizionale, non presenta efficienze di rimozione accettabili se non a scapito di elevate perdite di carico ed alti consumi energetici.

In alcuni casi particolari, il lavaggio ad umido dei fumi viene utilizzato per il trattamento delle emissioni derivanti dal forno di fusione in accoppiamento con un sistema di filtrazione a maniche, per la rimozione di componenti che possono presentarsi ancora allo stato gassoso alla temperatura di filtrazione dei fumi (es. composti del boro).

Il limite principale di questa tecnologia è rappresentato dalla produzione di acque reflue.

Attualmente risultano operanti n. 5 sistemi di lavaggio fumi con acqua, applicati su altrettanti forni elettrici adibiti alla produzione di vetro cavo di elevata qualità (bicchieri, contenitori per profumeria) e n. 2 impianti ad umido installati a valle di un sistema di filtrazione con filtro a maniche, per il trattamento fumi da forni per la produzione di filamento continuo di vetro.

E.7.2 Ossidi di azoto (NOx)

E.7.2.1 Interventi primari

Gli interventi primari si basano su azioni che hanno lo scopo di limitare la formazione degli ossidi di azoto durante la combustione.

Riduzione dell'eccesso d'aria

Il controllo dell'eccesso d'aria in ingresso al forno fusorio puó essere attuato con sistemi relativamente semplici:

- regolazione dell'aria di combustione a rapporti quasi stechiometrici;
- sigillatura dei blocchi bruciatori;
- massima chiusura possibile della zona di infornamento della miscela vetrificabile;

La drastica diminuzione dell'aria comburente puó portare alla formazione di quantità importanti di monossido di carbonio che possono danneggiare i materiali di costruzione del forno e delle camere di rigenerazione.

<u>Applicabilità</u>

La riduzione dell'aria parassita puó essere effettuata su qualsiasi tipo di forno e porta, in genere, ad un'ottimizzazione dei consumi energetici per la fusione.

Riduzione della temperatura di preriscaldo dell'aria

Una riduzione del grado di preriscaldo dell'aria comburente porta ad una diminuzione della temperatura di fiamma con conseguente limitazione della formazione di NOx. Questo effetto puó essere raggiunto mediante l'uso di forni a recupero del calore (Unit Melter), in alternativa ai forni End Port e Side Port (a camere di rigenerazione).

Applicabilità

Una diminuzione della temperatura di preriscaldo dell'aria comporta un sensibile aumento dei consumi energetici e ad una significativa diminuzione del cavato specifico del forno. I forni Unit Melter vengono normalmente impiegati per produzioni inferiori a 250 tonn/giorno.

Combustione a stadi

Il sistema si basa sull'iniezione di una parte del combustibile o dell'aria comburente nel bruciatore e della quota rimanente in una zona diversa da quella dove avviene la combustione primaria.

Il sistema basato sul "frazionamento" dell'aria di combustione risulta essere di piú difficile applicazione ed é caratterizzato da costi molto elevati.
Il metodo basato sul frazionamento del combustibile é già stato applicato industrialmente con successo, iniettando circa il 10 % di combustibile in prossimità dei torrini, nella zona di combustione primaria, ed il rimanente nell'atmosfera del forno.

Nel caso di "frazionamento" del combustibile i risultati ottenuti mostrano riduzioni dell'ordine del 35 % ma l'applicazione è risultata problematica. La sperimentazione del frazionamento del comburente mediante l'uso di ossigeno è tuttora in corso su un numero limitato di forni e mostra riduzioni delle emissioni di NOx dell'ordine del 70 %.

Applicabilità

Il sistema puó essere applicato a qualsiasi tipo di forno; la sua applicazione puó essere fatta solo nella fase di ricostruzione del forno ed allo stato attuale è ancora in fase sperimentale.

Ricircolazione dei fumi di combustione

Anche in questo caso, la riduzione delle emissioni di NOx viene effettuata mediante la diminuzione della temperatura di fiamma, mescolando l'aria di combustione con parte dei fumi emessi dal forno, in carenza di ossigeno.

Applicabilità

La tecnologia é risultata di difficile applicazione industriale e, pertanto, é stata momentaneamente abbandonata.

Bruciatori a bassa emissione di NOx

Lo sviluppo di diverse tipologie di bruciatori a bassa emissione di NOx ha comportato il controllo di una serie di parametri che influenzano le reazioni di formazione degli stessi.
Le caratteristiche principali dei bruciatori sono:
- Riduzione della velocità di iniezione del combustibile e dell'aria;

- Modifica dei tempi di miscelazione combustibile/aria con ottimizzazione della forma della fiamma, evitando “punti caldi”
- Aumento dell’emissività di fiamma,favorendo la trasmissione del calore al bagno di vetro (cracking del combustibile).

Normalmente, l’adozione di bruciatori a bassa emissione di NOx comporta una riduzione delle emissioni dell’ordine del 30 %.

Forni a bassa emissione di NOx

Sono stati sviluppati nuovi forni, caratterizzati da emissioni di NOx particolarmente basse. Essi si basano sul preriscaldo dell'aria di combustione mediante recuperatori e sul recupero di calore dai fumi di combustione attraverso un sistema di preriscaldo della miscela vetrificabile o del rottame. Il disegno di questi forni Lo-NOx e Flex-Melter é stato modificato rispetto ai forni Unit Melter tradizionali, in modo da ridurre la temperatura di fusione e di affinaggio del vetro e quindi raggiungere concentrazioni di NOx dell’ordine di 700 –900 mg/Nm^3, con un'efficienza energetica ancora accettabile.

Applicabilità

Il sistema é applicabile in fase di ricostruzione del forno, compatibilmente con il tipo di vetro da produrre e con la capacità produttiva richiesta. L’efficienza energetica di questa tipologia di forno è, in generale, inferiore a quella di altre tipologie.
La geometria di questi forni, lunga e stretta, può comportare problemi di spazio per la sua realizzazione.

Processo FENIX

Principio

Il processo Fenix è una tecnica relativamente nuova che è stata sviluppata completamente solo su un forno per vetro piano e consiste in una combinazione di misure primarie, tra cui le principali sono:
- riduzione dell’eccesso d’aria senza aumento degli incombusti (CO);
- soppressione dei punti caldi “hot spots” ed omogeneizzazione della temperatura di fiamma;
- miscelazione controllata del combustibile con l’aria comburente.

Il processo richiede la completa modifica del sistema di combustione, l’utilizzo di nuovi tipi di iniettori, il controllo automatico di alcuni parametri tra cui la percentuale di ossigeno nei fumi, all’uscita del forno. Inoltre, può richiedere l’uso di un gas inerte (CO_2) o di ossigeno puro per alimentare uno o più iniettori.

Applicabilità

Allo stato attuale il processo è applicabile a forni di tipo Side Port (fiamme trasversali) e ciascuna applicazione richiede un adattamento specifico sia alla capacità del forno che al tipo di combustibile utilizzato (olio o metano).

Risultati ottenibili

I livelli di NOx raggiungibili sono dell’ordine di circa 800 mg/Nm^3, per applicazioni su forni float alimentati esclusivamente ad olio con basso tenore di zolfo (< 1 % S).

Impatto ambientale

Oltre alla riduzione degli NOx dell'ordine del 70 % dei valori iniziali, il processo Fenix consente di realizzare una riduzione dei consumi energetici specifici di circa il 6 %.

Costi di investimento e di esercizio

Il sistema a regime può consentire una diminuzione dei costi di gestione, grazie alla riduzione dei consumi energetici.

L'investimento iniziale può esse stimato in circa 700000 Euro per forno (escudendo le eventuali licenze per utilizzare il brevetto).

Ossicombustione

Principio

Il sistema si basa sulla sostituzione dell'aria di combustione con ossigeno ad alto grado di purezza; la quasi totale assenza di azoto limita fortemente la formazione degli ossidi di azoto.

Applicabilità

A causa dell'elevato costo di esercizio di questa tecnologia, in particolare dell'ossigeno necessario per la combustione, la sua applicazione é indirizzata, in genere, alla produzione di vetri ad alto valore aggiunto. L'impiego dell'ossicombustione comporta l'eliminazione del sistema di preriscaldo dell'aria comburente; pertanto, i costi di investimento per la realizzazione di un nuovo forno sono sensibilmente inferiori.

Le temperature di fiamma piú elevate che si realizzano con la combustione ad ossigeno, determinano un risparmio energetico nel processo di fusione, inversamente proporzionale alla capacità del forno: piú piccolo é il forno maggiore é il risparmio energetico che si realizza.

La possibilità di applicazione dell'ossicombustione ai forni ad elevata efficienza energetica, in particolare al settore del vetro cavo, é condizionata, oltre che dal costo dell'ossigeno, dalla possibilità di recuperare calore dai fumi di combustione che vengono emessi a temperature molto elevate, 1200-1300 °C.

Risultati ottenibili

I forni ad ossicombustione sono caratterizzati da una diminuzione delle emissioni, espresse in quantità assolute. Va osservato che le emissioni espresse in concentrazione subiscono, in genere, un aumento dei valori causato dalla drastica diminuzione del volume fumi, fino a 4-5 volte, dovuta alla sostituzione dell'aria di combustione contenente circa il 70 % di azoto, con ossigeno ad alto grado di purezza. Questa tecnologia presenta risultati positivi non solo nei confronti delle emissioni di NOx, ma anche per le polveri totali, gli altri inquinanti gassosi ed i consumi energetici del processo di fusione.
I valori raggiungibili sono i seguenti:

- Riduzione delle emissioni di NOx a valori di 0.5-1.5 kg/tonn. vetro, per vetri senza utilizzo di nitrati nella miscela vetrificabile
- Riduzione delle emissioni di polveri di circa il 20-40 %
- Diminuzione dei consumi energetici del 10-15 %.

Impatto ambientale

La tecnologia dell'ossicombustione puó avere un impatto ambientale negativo a causa dell'energia necessaria alla produzione dell'ossigeno, che sposta parte delle emissioni da una sorgente ad un'altra. Questo effetto viene compensato, in tutto o in parte, dal risparmio energetico realizzabile con l'ossicombustione.

Costi di investimento e di esercizio

I costi di investimento iniziali per la realizzazione di un forno ad ossicombustione risultano, in genere, inferiori rispetto ad un forno a combustione convenzionale, data l'assenza del sistema di preriscaldo dell'aria.

I costi di esercizio dipendono essenzialmente dal costo dell'ossigeno e, quindi, dal sistema di produzione dello stesso. Questi vengono in parte compensati dai risparmi energetici realizzabili. Non sono ancora completamente noti i risultati sulla corrosione dei materiali refrattari e quindi sulla durata dei forni di fusione.

Fusione elettrica

Principio

Il sistema si basa sulla fusione del vetro mediante elettrodi immersi nella massa vetrosa. In genere, gli elettrodi sono costituiti da molibdeno, stagno, titanio o platino e sono installati lateralmente nelle pareti del forno, sul fondo o sulla volta.

La totale assenza di combustione elimina completamente le emissioni dovute all'ossidazione dell'azoto contenuto nell'aria. In questo caso, l'unica fonte d'emissione di NOx é rappresentata dalla decomposizione dei nitrati eventualmente presenti nella miscela vetrificabile.

Applicabilità

Il costo elevato di questa tecnologia ne limita l'applicabilità alla produzione di vetri ad alto valore aggiunto.

Per alcuni prodotti puó presentarsi un'incompatibilità tra vetro ed elettrodo, tale da impedirne l'applicazione.

Questa tecnologia, che si adatta a forni di dimensioni ridotte, risulta anche poco flessibile per le variazioni di cavato del forno.

Risultati ottenibili

La fusione elettrica consente di eliminare totalmente le emissioni di NOx derivanti dall'ossidazione dell'azoto atmosferico. Nel caso di forni elettrici a volta fredda, il volume fumi assume valori estremamente bassi e le emissioni complessive (polveri, inquinanti gassosi) sono caratterizzate da flussi di massa (g/h) poco significativi.

In questo caso, l'origine degli NOx é dovuta alla decomposizione dei nitrati eventualmente presenti nella miscela vetrificabile per motivi legati alla qualità del vetro. Le emissioni di polveri sono generate quasi esclusivamente dallo spolverio della miscela vetrificabile in fase di caricamento del forno; ciò richiede solitamente un sistema di filtrazione a maniche per la loro separazione.

Costi di investimento e di esercizio

La fusione elettrica é caratterizzata da elevati costi operativi dovuti al consumo di energia elettrica; inoltre la vita media di un forno elettrico é ridotta rispetto ad un forno convenzionale, con conseguente necessità di una frequente ricostruzione.

Impatto ambientale

La fusione elettrica comporta un trasferimento delle emissioni di NOx dalla vetreria alla centrale termoelettrica dalla quale proviene l'energia elettrica necessaria per la fusione del vetro.

E.7.2.2 Interventi secondari

Gli interventi secondari sono rivolti all'eliminazione degli NOx formati durante la combustione, per mezzo di processi di riduzione indotti dall'aggiunta di ammoniaca o di combustibile fossile ai fumi di combustione.

Reburning e processo 3R

Principio

I due sistemi sono simili; essi si basano sull'iniezione di combustibile fossile nei fumi di combustione, direttamente nella camera di combustione (Reburning) o nelle camere di rigenerazione (processo 3R). Il combustibile aggiunto subisce una pirolisi con formazione di radicali che convertono gli NOx contenuti nei fumi di combustione in azoto ed acqua. Aria supplementare viene aggiunta a valle della zona di iniezione del combustibile, per assicurare il completamento della combustione.

Applicabilità

Il sistema puó essere applicato ai forni dotati di camere di rigenerazione. La qualità dei refrattari per i rigeneratori deve essere in grado di sopportare chimicamente la presenza di concentrazioni elevate di monossido di carbonio (CO) e termicamente l'innalzamento della temperatura dei fumi di combustione. La sua applicazione è attualmente limitata ai forni per la produzione di vetro piano.

Risultati ottenibili

Le emissioni di NOx che si riscontrano sono, in genere, inferiori a 800 mg/Nm^3. Esse dipendono dai livelli di partenza e dalla quantità di combustibile fossile aggiunta ai fumi di combustione. In ogni caso, si possono raggiungere riduzioni degli NOx fino all'85 % rispetto ai valori iniziali.

Costi di investimento e di esercizio

I costi di investimento risultano essere decisamente inferiori rispetto agli altri sistemi secondari; i costi di esercizio vengono determinati dal consumo di combustibile fossile aggiuntivo che, in funzione dei livelli iniziali di NOx, puó rappresentare l'8-10 % del consumo energetico per la fusione.

Nel caso l'installazione fosse dotata di un sistema di recupero di calore dai fumi, l'aumento dei consumi relativi al processo di denitrificazione può essere contenuto fino a valori del 2-3 % del consumo totale di energia.

Impatto ambientale

L'applicazione di questa tecnologia comporta un aumento dei consumi energetici e, conseguentemente, un aumento delle emissioni dal processo di fusione del vetro (CO_2; eventuale SOx nel caso di combustione con olio).

Riduzione selettiva senza catalizzatore (SNCR)

Principio

Il sistema si basa sulla iniezione di ammoniaca ad alta temperatura (850-1100 °C) nei fumi di combustione, per dare luogo alla reazione di riduzione degli NOx ad azoto ed acqua. L'aggiunta di ammoniaca deve necessariamente avvenire nell'intervallo di temperatura indicato, per poter ottenere una buona rimozione degli NOx e per evitare emissioni di NH_3 non reagita. Talvolta é possibile ampliare tale intervallo aggiungendo H_2 ai fumi di combustione.

Applicabilità

A causa del campo di temperatura nel quale é necessario operare, il sistema si applica piú facilmente a forni dotati di recuperatori di calore. Nei forni a rigenerazione, la sua applicazione é possibile solo nei casi in cui vengano impiegati rigeneratori a doppie camere che permettono l'iniezione di ammoniaca nel condotto di collegamento, alla temperatura adatta per la reazione ed in una zona che consente una buona miscelazione dei reagenti con i fumi, limitandone tuttavia la flessibilità, non consentendo le variazioni di produzione normalmente richieste dal mercato.

L'uso del sistema SNCR comporta una limitazione alla programmazione della produzione, infatti, al variare del cavato del forno si sposta la zona dell'intervallo di temperatura alla quale si deve effettuare l'iniezione di ammoniaca, con conseguente rischio di emissioni di ammoniaca (temperatura troppo bassa) o maggiori quantità di NOx (temperatura troppo elevata).

Un vantaggio nell'applicazione della tecnica SNCR é quello di non richiedere un pre-trattamento dei fumi con filtrazione delle polveri, in quanto non c'è la presenza di un catalizzatore che può subire deposizione di polveri o avvelenamenti.

Risultati ottenibili

Il sistema consente di raggiungere valori di abbattimento degli NOx di circa il 50-70 % rispetto ai livelli iniziali.

All'aumentare dell'efficienza di rimozione degli NOx aumenta anche il rischio di emettere ammoniaca non reagita.

Costi di investimento e di esercizio

I costi di investimento necessari per ottenere dei rendimenti accettabili risultano essere elevati; i costi di esercizio sono, generalmente, inferiori a quelli degli altri interventi secondari possibili.

Impatto ambientale

Lo stoccaggio di ammoniaca gassosa o liquida richiede soluzioni tecnologiche specifiche per evitare problemi di sicurezza e di inquinamento. Va notato che lo stoccaggio di ammoniaca potrebbe imporre la necessità di classificazione dello stabilimento come sito a rischio d'incidente rilevante.

La possibile emissione di ammoniaca non reagita nei fumi di combustione rappresenta un altro elemento di impatto ambientale del sistema SNCR.

Riduzione selettiva con catalizzatore (SCR)

Principio

Il sistema si basa sull'iniezione di ammoniaca, in presenza di un catalizzatore, a temperature comprese tra 300 e 400 °C. La reazione di riduzione degli NOx da origine ad azoto ed acqua.

I catalizzatori normalmente impiegati per il processo di denitrificazione sono V_2O_5/TiO_2 o zeoliti. L'uso del catalizzatore consente di raggiungere un grado elevato di rimozione degli NOx dai fumi, tuttavia impone anche la preventiva filtrazione dei fumi allo scopo di evitare un rapido avvelenamento del catalizzatore stesso.

La concentrazione di polvere presente nei fumi, in entrata all'impianto DeNOx, deve essere mantenuta inferiore a 10 mg/Nm^3 e la superficie del catalizzatore deve essere pulita mediante appositi soffi d'aria e, periodicamente, intervenendo con operazioni di pulizia manuale.

Applicabilità

Il sistema é applicabile ai forni dotati di trattamento fumi per la rimozione delle polveri e degli eventuali inquinanti gassosi che potrebbero avvelenare il catalizzatore. Il sistema di filtrazione piú efficiente, ovvero il filtro a maniche, non si adatta alla tecnologia SCR in quanto la temperatura dei fumi depurati risulta troppo bassa.

L'uso del gas metano per la combustione é da preferire all'olio, in quanto quest'ultimo aumenta la possibilità di avvelenamento del catalizzatore.

La tecnologia SCR è stata sperimentata solo per alcune tipologie di vetro; ad esempio, non è stata applicata su forni per la produzione di vetro da tavola (uso domestico) e vetro borosilicato per la produzione di lana e filato, La sua applicazione non ha raggiunto una tale diffusione da poter considerare questa tecnica come completamente sperimentata.

Risultati ottenibili

Il sistema SCR consente di raggiungere livelli di rimozione degli NOx di circa il 70-90 %. Il limite di questa tecnica é rappresentato dalla vita del catalizzatore il cui progressivo deterioramento causa un peggioramento delle prestazioni, con un aumento del rischio di emissioni di ammoniaca non reagita.

Costi di investimento e di esercizio

Questa tecnologia é caratterizzata da elevati costi di investimento e di esercizio dovuti alla necessità di pre-trattare i fumi, di pulire e sostituire spesso il catalizzatore, di addizionare ammoniaca gassosa o liquida nei fumi.

Impatto ambientale

Lo stoccaggio di ammoniaca gassosa o liquida richiede soluzioni tecnologiche specifiche per evitare problemi di sicurezza e di inquinamento. Va notato che lo stoccaggio di ammoniaca potrebbe imporre la necessità di classificazione dello stabilimento come sito a rischio d'incidente rilevante.

Inoltre, la possibile emissione di ammoniaca non reagita nei fumi di combustione e lo smaltimento del catalizzatore esausto costituiscono altri fattori non trascurabili di impatto ambientale del sistema SCR.

E.7.3 Inquinanti gassosi (SOx, HCl, HF, CO)

E.7.3.1 Interventi primari

La possibilità di intervenire con azioni primarie per ridurre le emissioni di SOx, HCl ed HF é legata all'uso di materie prime esenti da impurezze ed all'impiego di combustibili di qualità controllata.

Ossidi di zolfo (SOx)

Il contenimento delle emissioni di SOx puó essere effettuato operando sui seguenti parametri:

- Utilizzo di combustibili privi di zolfo (metano), oppure a basso tenore di zolfo
- Uso contenuto di solfati e di altri composti dello zolfo nella miscela vetrificabile

Applicabilità

La diminuzione dei solfati nella composizione della miscela vetrificabile é limitata dalle esigenze di qualità del vetro prodotto e dall'impossibilità di sostituirli con altre sostanze che svolgono la stessa azione affinante, con minore impatto ambientale.
L'utilizzo di combustibili a basso tenore di zolfo é condizionato dall'offerta del mercato e da valutazioni di tipo economico.

Cloruri gassosi (HCl)

Il contenimento delle emissioni di cloruri gassosi puó essere effettuato mediante l'utilizzo di materie prime a basso contenuto di impurezze, in particolare di carbonato di sodio contenente percentuali di NaCl inferiori a 0.15 %.

Applicabilità

La possibilità di utilizzare materie prime a basso contenuto di impurezze é legata alla disponibilità del mercato.

L'uso di rottame ecologico nella miscela vetrificabile non consente un controllo adeguato della quantità di cloruri immessa nel bagno di vetro. L'impiego per il futuro di

materie prime e di rottame ecologico con un piú alto grado di purezza potrebbe consentire di ridurre ulteriormente le emissioni di queste sostanze inquinanti.

Fluoruri gassosi (HF)

Il contenimento delle emissioni di fluoruri gassosi puó essere effettuato mediante l'utilizzo di materie prime contenenti basse percentuali di impurezze, in particolare controllando la qualità della dolomite ed il contenuto di fluoruri nelle sabbie nel caso siano state sottoposte a trattamento di purificazione mediante soluzioni fluorurate.

Applicabilità

La possibilità di utilizzare materie prime a basso contenuto di impurezze é legata alla disponibilità del mercato ed é di difficile pianificazione.

L'uso di rottame ecologico nella miscela vetrificabile non consente un controllo adeguato della quantità di fluoruri immessa nel bagno di vetro. Un maggior controllo sulle attività recupero e selezione del rottame, allo scopo di evitare l'introduzione di vetro contenente quantità significative fluoruri, consentirebbe di ottenere i migliori risultati.

Monossido di carbonio (CO)

Le emissioni di monossido di carbonio possono essere controllate e limitate mediante una corretta alimentazione dell'aria comburente, in quantità sufficiente per realizzare una combustione stechiometrica.
Un'adeguata miscelazione del combustibile con l'aria evita la formazione di zone in difetto di ossigeno nella camera di combustione. IUna cattiva miscelazione può favorire la formazione di monossido di carbonio, malgrado l'aria alimentata ai bruciatori sia in quantità stechiometricamente sufficiente per completare la combustione.

Va osservato, tuttavia, che l'adozione dei sistemi di tipo primario per la riduzione delle emissioni di NOx comporta, in genere, un aumento delle emissioni di CO.
Le emissioni di monossido di carbonio vengono comunque mantenute a livelli minimi al fine di evitare danneggiamenti dei materiali di costruzione del forno (refrattari).

E.7.3.2 Interventi secondari

Principio

Gli interventi secondari che possono portare ad un contenimento delle emissioni di SOx, HCl ed HF sono strettamente legati ai sistemi di abbattimento delle emissioni di polveri.

Infatti, essi si basano sulla reazione dei gas acidi presenti nei fumi con sostanze alcaline (idrossido di calcio, carbonato di sodio, bicarbonato di sodio, idrossido di sodio, ecc.) con formazione di solfati, cloruri, fluoruri dei metalli alcalini o alcalino-terrosi impiegati.

I sali cosí formati vengono separati, per filtrazione, assieme alle polveri emesse dal processo di fusione del vetro.

I sistemi utilizzati piú frequentemente sono del tipo a secco o quasi-secco; essi prevedono l'aggiunta del reagente sottoforma di polvere finissima o di una sospensione acquosa.

Applicabilità

I sistemi secondari per la rimozione di SOx, HF ed HCl sono applicabili solo congiuntamente ad un impianto di filtrazione delle polveri.

Per taluni tipi di vetro, la polvere separata mediante filtrazione puó essere riutilizzata nel ciclo di produzione, a parziale sostituzione di una materia prima avente composizione chimica simile. Ció comporta, peró, un aumento delle emissioni degli inquinanti interessati alla sostituzione, per effetto della decomposizione dei loro sali nella fusione.

Risultati ottenibili

L'efficienza di rimozione degli inquinanti gassosi puó variare notevolmente, in funzione dei seguenti parametri:

- tipo e quantità del reagente impiegato;
- temperatura del processo di trattamento dei fumi;
- tipologia dei fumi da trattare.

In genere, i vari reagenti utilizzati presentano un'efficienza di rimozione diversa nei confronti degli inquinanti gassosi, pertanto la scelta viene effettuata in base alle priorità di abbattimento richieste.

Le emissioni di SOx possono essere ridotte fino all'80-90 % impiegando quantità di reagente superiori al rapporto stechiometrico; nel caso di HCl ed HF si possono raggiungere livelli di rimozione anche del 95-97 %. Tuttavia, le condizioni operative dell'impianto, in particolare la temperatura dei fumi e la notevole quantità di polvere che si forma con le reazioni chimiche di neutralizzazione, non consentono di raggiungere valori superiori al 35 % per la rimozione degli SOx, 60-70 % per le emissioni di HCl ed 80-90 % per i fluoruri gassosi.
In ogni caso, le concentrazioni raggiungibili a seguito dell'applicazione di interventi di tipo secondario sono rispettivamente < 5 mg/Nm^3 per le emissioni di HF e < 30 mg/Nm^3 per le emissioni di HCl. Le concentrazioni raggiungibili per le emissioni di SOx sono comprese in un ampio intervallo, < 100 – 1700 mg/Nm^3, in funzione del tipo di vetro prodotto e del tipo di combustibile utilizzato per la fusione.

Costi di investimento e di esercizio

I costi di investimento sono strettamente legati al sistema di filtrazione utilizzato per la separazione delle polveri. I costi di esercizio dipendono dalla scelta del reagente e dalla possibilità o meno di riutilizzare le polveri filtrate nel ciclo produttivo.

Impatto ambientale

L'impiego di notevoli quantità di reagente e la conseguente produzione di rifiuti solidi che, in molti casi devono essere posti in discarica, rappresentano i principali fattori di impatto ambientale.

E.7.4 Inquinanti derivanti dalle lavorazioni secondarie del vetro

Le lavorazioni secondarie del vetro trattate qui di seguito sono state individuate in quanto presentano un impatto ambientale significativo e richiedono tecnologie specifiche per il trattamento degli effluenti.

E.7.4.1 Trattamenti a caldo ed a freddo del vetro cavo e piano

Le emissioni derivanti dai trattamenti a caldo del vetro cavo, eseguiti mediante l'uso di composti clorurati dello stagno (tetracloruro di stagno, metil, butil cloruri di stagno) possono essere sottoposte a trattamento mediante i seguenti sistemi:

- Lavaggio ad umido dei fumi con soluzione alcalina. Presenta una buona efficienza nei confronti dei cloruri gassosi, meno efficiente per la rimozione dei composti dello stagno.
- Filtrazione su filtro a maniche con pre-trattamento degli inquinanti gassosi mediante idrossido di calcio. Le caratteristiche deliquescenti dei composti dello stagno possono rendere difficile la rimozione delle polveri dal tessuto utilizzato per la filtrazione.
- Convogliamento dei fumi al sistema di trattamento delle emissioni provenienti dal forno fusorio. Rappresenta la tecnica più usata in quanto consente di "diluire" i fumi prima del trattamento con reagente alcalino e della filtrazione dei prodotti di reazione su filtro a maniche o precipitatore elettrostatico. In questo modo si riduce l'effetto dovuto alle caratteristiche chimico-fisiche che rendono queste emissioni altrimenti difficili da trattare. La quantità modesta dei fumi da convogliare ed il flusso di massa degli inquinanti in esso contenuti non modificano in modo significativo la composizione e le caratteristiche dei fumi generati dal forno di fusione del vetro,

Le emissioni derivanti dal trattamento a caldo del vetro cavo mediante solforazione, possono essere trattate congiuntamente ai fumi provenienti dal forno fusorio. In alcuni casi, data la distanza dal sistema di filtrazione e trattamento fumi principale e date le quantità significative di SO_3 presente nei fumi, potrebbe essere necessario trattare i fumi mediante un sistema di lavaggio ad umido con soluzione alcalina.

Anche nel caso del ciclo di produzione del vetro piano, le emissioni derivanti dai trattamenti superficiali del vetro mediante SO_2, possono essere trattate congiuntamente con i fumi derivanti dal forno di fusione.

Le emissioni derivanti dai processi di trattamento a freddo del vetro cavo, mediante emulsioni di acido oleico e polietilene presentano flussi di massa e concentrazioni poco significativi, tanto da non richiedere un trattamento specifico.

E.7.4.2 Lavorazione secondaria del vetro al piombo

Come già indicato precedentemente, il processo di molatura e lucidatura del vetro richiede uno specifico trattamento fumi, mediante lavaggio ad umido degli stessi e trattamento degli effluenti liquidi risultanti in aggiunta alle acque reflue di processo, mediante idrato di calcio.

Tale processo rappresenta la migliore tecnica disponibile.

E.7.4.3 Lavorazioni di apprettatura della lana e del filamento continuo di vetro

Le principali tecniche disponibili per la riduzione delle emissioni solide e gassose derivanti dalle lavorazioni secondarie di lana e filamento continuo di vetro sono le seguenti:

- Sistemi di lavaggio ad umido dei fumi
- Impact Jets
- Filtro elettrostatico ad umido
- Post-combustione

Ciascuno dei sistemi indicati presenta efficienze diverse nella rimozione delle polveri totali e degli inquinanti gassosi. Ad esempio, il precipitatore elettrostatico ad umido presenta una buona efficienza nell'abbattimento delle polveri (< 20 mg/Nm³) ma non è altrettanto efficiente per la rimozione degli inquinanti gassosi. Diversamente, il sistema di lavaggio ad umido dei fumi presenta una buona efficienza di rimozione degli inquinati gassosi ma, per poter raggiungere efficienze di rimozione accettabili anche per le polveri, richiede consumi energetici molto elevati.

La tecnica della post-combustione (catalitica o termica) è molto efficiente nella riduzione delle emissioni di composti organici ma non agisce sulle polveri inorganiche; ad essa è associato un sensibile aumento dei consumi energetici ed è quindi preferibile una sua applicazione solo nel caso in cui sia possibile effettuare un recupero del calore.

Gli iniettori "Impact Jets" hanno scarsa efficienza nell'abbattimento delle polveri e necessitano di essere impiegati congiuntamente ad un sistema di separazione dell'aerosol generato dal sistema di trattamento (cicloni, ecc.).
In sintesi, una tecnica per la rimozione contemporanea delle emissioni solide e gassose non è disponibile; la scelta del sistema per il trattamento fumi rappresenta, in genere, un compromesso tra gli obbiettivi di riduzione delle emissioni dei composti organici e delle polveri totali.

I sistemi di controllo delle emissioni attualmente utilizzati dagli impianti operanti in Italia sono caratterizzati da livelli di emissioni in linea con quanto ottenibile dall'applicazione delle migliori tecnologie disponibili.

F. APPROFONDIMENTO DELLE BAT E DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI PRESTAZIONE

Le migliori tecniche disponibili (BAT) analizzate nel documento di riferimento europeo BREF rappresentano le opzione tecniche che le aziende vetrarie hanno a disposizione per il controllo e la riduzione degli inquinanti.
La scelta tra le diverse tecnologie necessita di un'attenta valutazione sia per quanto riguarda l'applicabilità allo specifico settore che per la definizione dei livelli di emissione ottenibili.

Infatti, come già sottolineato in precedenza, l'applicabilità e la prestazione di una tecnologia possono essere fortemente influenzate dai seguenti fattori:
- Applicazione della tecnologia su un forno nuovo o esistente;
- Tipo di forno impiegato per la fusione;
- Tipo di vetro prodotto e, quindi, di materie prime impiegate;
- Necessità di impiego di nitrati nella miscela vetrificabile, per garantire qualità elevata;
- Riciclo delle polveri provenienti dal sistema di trattamento fumi.

F.1 BAT per la riduzione delle polveri totali

I sistemi primari (modifica materie prime, aumento del rottame, ecc,) descritti nel documento BREF sono caratterizzati da livelli di emissioni sostanzialmente superiori a quanto ottenibile mediante sistemi secondari (filtrazione), con l'eccezione di alcuni casi specifici, per i quali i livelli di emissione sono paragonabili.

L'identificazione della filtrazione quale BAT per il settore è quindi giustificata. I livelli di prestazione dei sistemi di filtrazione variano in funzione del tipo di filtro impiegato e delle caratteristiche dei fumi da trattare.

Filtro a maniche

I valori di concentrazione raggiungibili con l'applicazione dei filtri a maniche sono generalmente compresi tra 5 e 30 mg/Nm³. In alcuni casi possono essere riscontrati valori più elevati, in particolare:

- Nel caso di vetri di tipo borosilicato, con emissioni di composti del boro particolarmente elevate e temperature di evaporazione relativamente basse.
- Nel caso di forni per la produzione di vetro artistico, con concentrazioni di ossigeno nei fumi particolarmente elevate (circa 20 %) che influenzano negativamente il risultato finale, espresso in concentrazione al 13 % di ossigeno.
- Nel caso di utilizzo di quantità particolarmente elevate di reagente alcalino per la rimozione delle emissioni gassose

Filtro elettrostatico

I valori di concentrazione raggiungibili con l'applicazione dei filtri elettrostatici variano in funzione del numero di campi che compongono il filtro e sono, generalmente, compresi tra 20 e 50 mg/Nm³.

Va osservato che, a parità di campi impiegati per la filtrazione, le prestazioni del filtro dipendono da numerosi altri fattori, in particolare:

- Temperatura dei fumi.
- Umidità dei fumi.
- Volume fumi da trattare

Le caratteristiche dei fumi da trattare non possono essere mantenute costanti in quanto la produzione è suscettibile di variazioni periodiche legate al tipo di prodotto richiesto (es. capacità del contenitore di vetro cavo, spessore del vetro piano, ecc.) ed alla domanda di mercato (il cavato del forno può essere modificato in base ad una diminuzione della richiesta, ad un problema di qualità, del prodotto, ecc.). Tutto ciò ha un influenza sulle prestazioni del filtro elettrostatico, ampliando l'intervallo relativo ai livelli di emissione raggiungibili.

F.2 BAT per la riduzione delle emissioni di Ossidi di Azoto (NOx)

Le BAT individuate dal documento di riferimento europeo BREF rappresentano tutte le possibili azioni per limitare la formazione o ridurre le emissioni degli NOx dai forni per vetro.

Va osservato che ciascuna tecnologia comporta delle limitazioni nell'applicazione e che la scelta della BAT relativa agli NOx dovrebbe essere fatta caso per caso, tenendo conto delle caratteristiche specifiche dell'impianto.

Va inoltre considerato che, per esigenze di qualità per certi tipi di vetro, in particolare per i vetri da tavola, per uso domestico e farmaceutico, è spesso necessario utilizzare nitrati di sodio e/o potassio, con conseguente emissione di NOx dalla decomposizione delle materie prime e concentrazioni nei fumi significativamente più elevate.

Modifica/controllo della combustione con sistemi primari

La possibilità di ridurre la formazione di NOx mediante il controllo dei parametri di combustione può essere fatta con risultati sostanzialmente diversi, in funzione della tecnologia adottata. Spesso, si tratta di una combinazione di interventi che comprendono:

- Utilizzo di bruciatori a basso tenore di NOx;
- Controllo dell'eccesso d'aria, con misure di ossigeno a ciascun torrino;
- Modifica della geometria del forno

Gli interventi possono portare a livelli di emissione compresi tra 800 e 2000 mg/Nm^3, in funzione del tipo di forno, del suo stato di usura, del grado di implementazione raggiunto e del tipo di combustibile utilizzato. I valori più elevati corrispondono a forni di tipo Side Port a metano e forni adibiti alla produzione di vetri che richiedono nitrati nella miscela vetrificabile. L'applicazione di sistemi per il controllo della combustione su forni esistenti non può avere le stesse prestazioni ottenibili su un forno nuovo, in quanto alcune modifiche possono essere introdotte solo alla ricostruzione del forno.

E' importante osservare che forni di tipologia diversa sono caratterizzati da emissioni sostanzialmente diverse; di conseguenza, le modifiche ed il controllo della combustione apportati ad un forno di tipo Side Port (a fiamme trasversali), caratterizzato da valori di NOx più alti, daranno risultati diversi rispetto alla stessa applicazione effettuata su forni di altra tipologia (End Port o Unit Melter).

Forni a bassa emissione di NOx

Le prestazioni di questi tipi di forno (LONOx, FlexMelter), progettati in modo da ridurre la formazione di NOx, indicano la possibilità di raggiungere livelli di emissione di NOx fino a valori di 420-440 mg/Nm^3, limitatamente ad uno specifico impianto riportato in letteratura. Tuttavia, dai dati rilevati sull'unico forno di questa tipologia esistente in Italia, i tipici valori di emissione si attestano a 700-900 mg/Nm^3.

Questi forni sono, in genere, applicabili solo per la produzione di vetro cavo; sono caratterizzati da una capacità produttiva limitata e da un efficienza energetica inferiore rispetto ai forni a rigenerazione (End Port e Side Port), con conseguente aumento delle emissioni di CO_2 per tonnellata di vetro fuso.

I forni LoNOx e FlexMelter paragonati ad altri forni di tipo recuperativo tradizionali (Unit Melter), possono consentire un risparmio energetico in quanto l'uscita dei fumi in controcorrente alla miscela vetrificabile ne consente il preriscaldo.

Ossicombustione

I livelli di emissione raggiungibili con l'applicazione dell'ossicombustione dipendono dal grado di purezza dell'ossigeno utilizzato (> 99 % criogenico, 94-96 % VSA/PSA) e dalla composizione del gas naturale impiegato per la combustione (può contenere dal 2 al 15 % di azoto).

I valori normalmente raggiungibili sono compresi tra 0.5 e 1.5 kg NOx/t. vetro; diversamente da altre tecnologie, i livelli di concentrazione non possono essere espressi ad un tenore di ossigeno di riferimento.

L'ossicombustione può essere applicata anche a forni esistenti, con prestazioni sicuramente inferiori a quanto ottenibile da un nuovo forno dimensionato per l'applicazione di questa tecnologia ed inoltre compromettendo la vita residua del forno stesso.

L'ossicombustione, se applicata su un forno esistente in modo non adeguato, può risultare in un aumento delle emissioni di NOx; è quindi preferibile la sua applicazione ad un forno nuovo o in occasione della ricostruzione.

L'applicazione dell'ossicombustione è caratterizzata da costi di gestione elevati (costo dell'ossigeno, in particolare in Italia ove esiste un elevato costo dell'energia elettrica rispetto agli altri Paesi Europei) soprattutto per vetri a basso valore aggiunto e per forni ad elevata efficienza enegetica. Per tale motivo la sua applicazione è più diffusa nel settore dei vetri borosilicati (tubo, filamento continuo, ecc.) e non si conoscono (ufficialmente) applicazioni nel settore del vetro piano.

L'utilizzo di questa tecnologia è strettamente legato a fattori locali che possono variare sensibilmente sia all'interno dell'Unione Europea che dello stesso territorio nazionale, con condizioni di fornitura dell'ossigeno che possono essere sostanzialmente diverse e rendere proibitiva l'applicazione dell'ossicombustione alla maggior parte dei forni industriali.

Reburning e processo 3R

I livelli raggiungibili con l'applicazione di queste tecnologie dipendono dalla quantità di combustibile impiegata per la riduzione chimica degli NOx.
I valori ottenibili sono dell'ordine dell'85 % delle concentrazioni iniziali, con concentrazioni inferiori a 800 mg/Nm^3.

La tecnologia può essere applicata solo ai forni dotati di camere di rigenerazione e comporta un aumento dei consumi energetici proporzionale alla riduzione ottenibile. Ciò comporta una limitazione importante nell'applicazione di questa tecnologia a forni adibiti alla produzione di vetro a basso valore aggiunto, in particolare nel settore del vetro cavo. La rimozione degli NOx mediante il sistema 3R comporterebbe infatti un aumento dei consumi energetici di circa il 6-10 %.

L'applicazione della tecnologia 3R è possibile per il settore del vetro piano dove, normalmente, il forno è dotato di una caldaia per il recupero di calore dai fumi, che consente di bilanciare parte dell'aumento dei consumi energetici, limitando l'incremento a valori di circa il 3 %.

Riduzione selettiva senza catalizzatore (SNCR)

I livelli di emissione di NOx raggiungibili con l'applicazione della tecnologia SNCR consentono di raggiungere riduzioni del 50-70 % rispetto ai valori iniziali.

L'applicabilità della tecnologia è limitata dalla possibilità di disporre di un adeguato punto di immissione dell'ammoniaca che consenta di mantenere le prestazioni anche al variare del cavato del forno. Pur nei limiti di questa applicazione, essa è utilizzabile con i soli forni recuperativi.

Riduzione selettiva con catalizzatore (SCR)

I livelli di emissione di NOx raggiungibili con l'applicazione della tecnologia SCR consentono di ottenere riduzioni fino a circa il 90 % dei valori iniziali.

L'applicabilità della tecnologia è limitata dalla vita del catalizzatore che può essere compromessa dalla presenza nei fumi di sostanze in grado di comprometterne la durata (alcali, composti del boro, elevate concentrazioni di SOx).

Come già detto, è importante osservare che mancano applicazioni della tecnologia SCR al settore dei vetri borosilicati ed i vetri per uso domestico, caratterizzati dalla presenza di potassio nella formulazione della miscela vetrificabile e che il numero totale di applicazioni del sistema SCR ai forni per vetro non è tale da poter considerare questa tecnologia come completamente implementata.

F.3 BAT per la riduzione delle emissioni di SOx ed altri inquinanti gassosi (HCl, HF)

Interventi primari

Gli interventi primari per la riduzione degli inquinanti gassosi possono portare a riduzioni sostanziali delle concentrazioni di SOx, HCl, HF.

Il controllo delle fonti di approvvigionamento delle materie prime può ridurre sensibilmente la presenza di impurezze che durante la fusione della miscela vetrificabile danno origine alle emissioni.

La difficoltà di reperire materie prime ad elevata purezza e la necessità di impiegare determinate sostanze nella formulazione della miscela vetrificabile per garantire un perfetto affinaggio del vetro, rendono spesso necessario un trattamento fumi con reagente alcalino per la rimozione degli inquinanti gassosi.

Tra gli interventi primari per la riduzione di SOx può essere indicata anche la scelta del tipo di combustibile (gas naturale o olio a basso tenore di zolfo < 1 %); tuttavia, la scarsa disponibilità di gas naturale in alcune aree geografiche italiane e la migliore efficienza termica dell'olio combustibile rispetto al metano limitano la possibilità di identificare la scelta del tipo combustibile quale BAT per il settore.

Interventi secondari

Il trattamento fumi con un reagente alcalino è normalmente adottato nel caso di filtrazione fumi per la rimozione delle polveri, non solo per la riduzione degli inquinanti gassosi ma anche per proteggere lo stesso sistema di filtrazione da possibili fenomeni di corrosione.

La scelta del tipo di reagente richiede una valutazione attenta dei seguenti aspetti:

- Concentrazione dei diversi inquinanti gassosi da rimuovere (SOx, HF, HCl);
- Rapporto stechiometrico necessario per una buona efficienza di rimozione, con conseguente produzione di quantità significative di polveri da filtrare;
- Possibili reazioni di "passivazione" del reagente alcalino da parte di sostanze presenti nei fumi (es. composti del boro);
- Temperatura di trattamento fumi, in funzione del tipo di filtrazione.
- Possibilità di riutilizzare le polveri filtrate nella miscela vetrificabile, con conseguenti vantaggi e svantaggi. Il riciclo delle polveri nella miscela vetrificabile alimentata al forno può causare un aumento delle emissioni di SOx a monte del sistema di trattamento fumi, a causa di una maggiore facilità di decomporsi da parte delle polveri riciclate rispetto alle materie prime tradizionalmente utilizzate (solfati di sodio e di calcio). Inoltre, è indispensabile mantenere una certa costanza di composizione delle polveri al fine di evitare un errato dosaggio dei componenti principali nella miscela vetrificabile.

- Necessità di ottimizzare la quantità di polvere prodotta dal sistema, da destinare al riciclo al forno fusorio, con la quantità di inquinanti gassosi da rimuovere. Infatti, una sovrapproduzione di polvere comporterebbe la necessità di conferirne in discarica grandi quantità.

I reagenti più utilizzati sono l'idrossido di calcio $Ca(OH)_2$, il bicarbonato di sodio $NaHCO_3$ ed il carbonato di sodioNa_2CO_3. Ciascun reagente presenta un'efficienza di rimozione diversa nei confronti degli inquinanti gassosi; ad esempio, il bicarbonato di sodio è efficiente nella rimozione degli ossidi di zolfo mentre ha una scarsa capacità di rimozione dei fluoruri gassosi.

La temperatura dei fumi ha una forte influenza sull'efficienza di rimozione degli inquinanti gassosi, ma è anche praticamente impossibile da controllare, a causa delle esigenze di produzione e della scelta, talvolta forzata, del sistema di filtrazione delle polveri e, conseguentemente, del sistema di raffreddamento dei fumi.

Un riassunto delle prestazioni di ciascun reagente è riportato nella seguente tabella:

Reagente/condizione di impiego	**Efficienza di rimozione**		
	SOx	**HCl**	**HF**
$Ca(OH)_2$ a 400 °C	< 35 %	70 %	95 %
$Ca(OH)_2$ a 200-280 °C	< 20 %	35 %	95 %
$Ca(OH)_2$ a 130-240 °C	< 30 %	80 %	95 %
Na_2CO_3 a secco 300-400 °C	< 30 %	50 %	< 30 %
$NaHCO_3$	Fino al 90 % (*) in funzione del rapporto stechiometrico	50 %	< 30 %

* Si evidenzia che il raggiungimento di tali livelli di efficienza comporta, in molti casi, l'aumento del quantitativo di prodotti di reazione, superiore alle possibilità di riutilizzo, con conseguente necessità di conferimento in discarica.

F.4 Altri interventi di riduzione delle emissioni

Fusione elettrica

Con l'applicazione della fusione elettrica i livelli di emissione di inquinanti solidi e gassosi vengono sensibilmente ridotti, data l'assenza di combustione ed una drastica riduzione dei fenomeni di evaporazione dal bagno di vetro fuso.

Le polveri emesse derivano principalmente dallo spolverio della miscele vetrificabile in fase di caricamento; le emissioni di ossidi di azoto sono generate dalla decomposizione dei nitrati eventualmente presenti nella miscela vetrificabile.

La tecnologia del forno elettrico potrebbe quindi essere considerata come la BAT ideale per il settore.

Tuttavia, l'impiego della fusione elettrica ha forti limitazioni:

- Ridotta flessibilità nella produzione (il cavato del forno non può subire variazioni significative),
- La capacità dei forni elettrici è normalmente limitata a 50-70 t/giorno di vetro prodotto;
- La durata di un forno elettrico è nettamente inferiore a quella di un forno convenzionale.

G. EVENTUALI TECNICHE E TECNOLOGIE ALTERNATIVE

Allo stato attuale non si conoscono tecniche alternative per la riduzione delle emissioni solide e gassose diverse da quelle già individuate nel documento di riferimento europeo BREF.

H. DEFINIZIONE DELLA LISTA DI MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO

Sulla base delle caratteristiche degli impianti di produzione installati in Italia, in particolare della dimensione dei forni e delle tipologie di vetro prodotte, sono state individuate le migliori tecniche per la prevenzione integrata dell'inquinamento derivante dall'industria del vetro in Italia.

Allo scopo sono stati considerati i principi generali che stanno alla base della Direttiva Europea 96/61/CE, in particolare:

- Devono essere prese opportune misure di prevenzione dell'inquinamento, applicando in particolare le migliori tecniche disponibili.
- Deve essere evitata la produzione di rifiuti, in caso contrario i rifiuti sono recuperati, quando tecnicamente ed economicamente possibile, oppure eliminati evitandone o riducendone l'impatto sull'ambiente.
- L'energia deve essere utilizzata in modo efficace.
- Devono essere prese le misure necessarie per prevenire gli incidenti e limitarne le conseguenze.
- Le tecniche "disponibili" sono tali se sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, in questo caso l'industria del vetro, prendendo in considerazione i costi ed i vantaggi.

H.1 Migliori tecniche per la riduzione delle emissioni di polveri

La filtrazione viene considerata come la migliore tecnica disponibile per la riduzione delle emissioni di polveri totali in atmosfera.

La filtrazione mediante filtro a maniche è ritenuta adatta per forni di piccola e media capacità produttiva, mentre la sua applicazione a forni di grandi capacità o per volumi elevati di fumi da trattare (più forni di media dimensione nello stesso sito produttivo) viene ritenuta economicamente incompatibile a causa degli elevati costi di gestione, ad eccezione dei forni Unit Melter ove è, comunque, sempre necessario il raffreddamento dei fumi.

La filtrazione mediante filtro elettrostatico è ritenuta adatta per forni di media ed elevata capacità produttiva o per elevati volumi di fumi da trattare. L'applicazione del filtro elettrostatico a forni di piccola dimensione viene ritenuta economicamente incompatibile a causa degli alti costi di investimento.

H.1.1 Applicazioni esistenti

- ***Sistema di filtrazione con filtro a maniche***

Attualmente, in Italia, risultano in funzione n. 15 filtri a maniche, di cui n. 12 applicati su forni per vetro cavo, n. 1 per vetro borosilicato e n. 3 applicazioni su forni per la produzione di lana e filato di vetro.

Altri filtri di piccola dimensione sono utilizzati nei casi di vetri prodotti mediante forni elettrici, allo scopo di separare le polveri derivanti dallo spolverio della miscela vetrificabile e per l'eventuale rimozione degli inquinanti gassosi con reagenti alcalini (vetro opale, borosilicato, cristallo al piombo).

Più di 80 sistemi di filtrazione con filtro a maniche sono installati su impianti per la produzione di vetro artistico, anche di piccola dimensione, non sottoposti all'applicazione della Direttiva Europea 96/61/CE.

- ***Sistema di filtrazione con filtro elettrostatico***

In Italia esistono n. 20 installazioni operative, di cui n. 6 applicate su forni per vetro piano, n. 13 su forni per vetro cavo ed un'installazione per vetro borosilicato.

H.2 Migliori tecniche per la riduzione delle emissioni di ossidi di azoto (NOx)

Gli interventi primari sono considerati le migliori tecniche per la riduzione delle emissioni di NOx, in quanto intervengono direttamente sui meccanismi di formazione degli inquinanti, limitandone l'emissione. Le migliori tecniche comprendono:

- Bruciatori a bassa emissione di NOx
- Modifica della geometria del forno, controllo dell'eccesso d'aria (Fenix, ecc.)
- Modifica della tecnologia di fusione (ossicombustione, fusione elettrica)
- Forni a bassa emissione di NOx (LoNOx, Flexmelter)

In generale, l'impiego di bruciatori a bassa emissione di NOx può essere effettuato su tutti i tipi di forno convenzionale a combustibile fossile; tuttavia per alcuni forni, in particolare per alcune tipologie di forni Side Port, la geometria degli stessi non consente l'utilizzo di bruciatori modificati per la riduzione delle emissioni di NOx. Normalmente, i migliori risultati si ottengono operando su un nuovo forno, potendo modificare contemporaneamente anche la geometria dei torrini (condotti di ingresso dell'aria di combustione e di uscita dei fumi) o altri parametri che influenzano la reazione di formazione di NOx.

Diversamente, l'applicazione di altre tecnologie (es. Fenix, ossicombustione, fusione elettrica, ecc.) può essere fatta solo considerando caso per caso il singolo impianto, valutando attentamente, oltre all'applicabilità dal punto di vista tecnico anche il rapporto costi/benefici, che può variare in modo significativo sulla base del tipo di vetro prodotto e della dimensione del forno.

Ad esempio, l'applicazione della tecnologia Fenix è attualmente limitata ai forni di tipo Side Port, per la produzione di vetro piano.

L'ossicombustione, a causa degli elevati costi di gestione (costo dell'ossigeno) può essere applicata a forni che producono vetro a più alto valore aggiunto (vetri borosilicati, vetro artistico, ecc.) e caratterizzati da elevati consumi energetici specifici (GJ/ton. vetro fuso).

Diversamente, l'applicazione di questa tecnologia alla produzione di vetro cavo e piano potrebbe essere giustificata solo da condizioni di fornitura dell'ossigeno particolarmente favorevoli, attualmente non prevedibili. Va infatti osservato che l'esistenza di applicazioni dell'ossicombustione in altri Paesi Europei non comporta la diretta trasposizione alle aziende nazionali delle stesse condizioni di fornitura dell'ossigeno, costo dell'energia elettrica e del combustibile, politica ambientale (accordi volontari, ecc.) che possono aver motivato l'applicazione in altri Paesi.

La fusione elettrica trova la sua applicazione principale per la produzione di vetri a più alto valore aggiunto e, spesso, caratterizzati da particolari problemi ambientali (es. emissioni di metalli: Pb, As; presenza di componenti volatili: composti del boro, ecc.). In generale, l'applicazione della fusione elettrica per forni aventi capacità > 70 t/giorno non è economicamente sostenibile.

I forni a bassa emissione di NOx (LoNOx e Flexmelter) hanno un'applicazione limitata, per la tipologia di forno a recupero di calore, caratterizzata da una capacità produttiva relativamente bassa ed un'efficienza energetica inferiore rispetto ai forni a rigenerazione. Questa tecnica di riduzione delle emissioni di NOx non è disponibile per forni di grande capacità.

Tra le tecniche di tipo secondario, rivolte alla rimozione delle emissioni di NOx presenti nei fumi, i sistemi di riduzione chimica mediante iniezione di combustibile fossile (reburning, 3R) consentono di raggiungere una buona efficienza di rimozione a costi accettabili, in particolare nel caso di forni per la produzione di vetro piano, dotati di caldaia per il recupero di calore dai fumi, con conseguente compensazione dell'aumento di consumi energetici. Diversamente, l'applicazione di questa tecnologia al settore del vetro cavo, comporterebbe un incremento dei consumi energetici dell'ordine del 6-10 %.

I sistemi di riduzione chimica mediante iniezione di ammoniaca, comportano, in generale, costi di investimento e di gestione elevati, oltre a presentare un impatto ambientale dovuto alla gestione dello stoccaggio di ammoniaca. Per detti motivi, tali sistemi vengono considerati di difficile applicazione agli impianti di produzione esistenti in Italia.
Va osservato che in Europa risultano funzionanti solo pochi impianti che utilizzano la tecnologia SCR, in particolare due applicazioni nel settore del vetro piano.
Un solo impianto è attualmente funzionante su forni per vetro cavo. Un altro impianto è stato fermato dopo alcuni anni di funzionamento ed è stato sostituito con interventi di tipo primario.
La difficoltà di raggiungere e mantenere bassi livelli di emissioni di NOx ad un costo sostenibile, da parte delle aziende vetrarie produttrici di vetro a basso valore aggiunto (vetro sodico-calcico cavo e piano), ha orientato alcuni Paesi dell'Unione Europea, in particolare Olanda e Gran Bretagna, a richiedere una revisione in tempi brevi del documento di riferimento europeo BREF per l'industria del vetro, al fine di valutare, alla luce delle conoscenze attuali, i livelli di emissione raggiungibili e la reale applicabilità di alcune tecnologie inserite nel documento di riferimento europeo come BAT.

H.2.1 Applicazioni esistenti

- ***Modifica e controllo della combustione***

Un numero significativo di aziende ha provveduto ad installare bruciatori a bassa produzione di NOx ed a controllare i parametri di combustione al fine di ridurre le emissioni di ossidi di azoto.

Gli interventi sono stati fatti a diversi livelli di efficienza. L'ottimizzazione delle modifiche apportate è tuttora in corso ma sta evidenziando valori di NOx confrontabili con i valori indicati dal documento di riferimento europeo BREF per l'industria del vetro.

- ***Forni a bassa emissione di NOx***

Un'applicazione del forno Flexmelter è operativa per la produzione di vetro cavo.

- ***Ossicombustione***

In Italia esistono n. 3 applicazioni dell'ossicombustione su forni industriali, n. 1 per la produzione di vetro cavo, n. 2 per vetro borosilicato (tubo e filato di vetro).

Nel settore del vetro artistico esistono n. 2 applicazioni su forni a vasca e su un forno a bacino di piccola dimensione.

- ***Forno elettrico***

In Italia, la fusione totalmente elettrica viene impiegata per la produzione di vetro da tavola e profumeria (5 forni), per contenitori di vetro borosilicato (1 forno), per vetro opale (1 forno), per vetro al piombo (4 forni) e per la produzione di lana di vetro (1 forno).

- ***Processo 3R (Reburning)***

In Italia esistono n. 2 applicazioni industriali del sistema 3R, ancora in fase sperimentale.

- ***Sistema SCR (riduzione catalitica selettiva)***

E' stato recentemente avviato ed è in corso di messa a regime un sistema di riduzione catalitica SCR, installato su un forno per la produzione di vetro piano.

H.3 Migliori tecniche per la riduzione delle emissioni di SOx ed altri inquinanti gassosi (HCl, HF)

La migliore tecnica per la riduzione delle emissioni di SOx, HCl, HF è rappresentata dal trattamento fumi mediante reagente alcalino, con sistemi a secco o quasi-secco. Il sistema a secco, con impiego di idrossido di calcio $Ca(OH)_2$ o bicarbonato di sodio $NaHCO_3$, è da ritenersi la tecnologia di più facile applicazione, con buone efficienze di rimozione.

La scelta del reagente dovrà essere operata caso per caso, tenendo in considerazione che ciascuna sostanza alcalina ha un'efficienza di rimozione diversa nei confronti di SOx, HCl, HF.

Inoltre, dovrà essere considerata la quantità e la possibilità di re-impiego della polvere generata dal trattamento fumi, al fine di evitare la produzione di rifiuti solidi da smaltire in discarica.

H.3.1 Applicazioni esistenti

- ***Sistemi di rimozione degli inquinanti gassosi con reagenti alcalini***

La quasi totalità dei sistemi di filtrazione applicati ai forni per vetro in Italia è dotata di una fase di trattamento fumi con reagente alcalino.
Il sistema maggiormente utilizzato è del tipo a secco, mediante idrossido di calcio $Ca(OH)_2$

I. ANALISI DELL'APPLICABILITÀ DELLE BAT INDIVIDUATE AGLI IMPIANTI ESISTENTI E TEMPI DI ATTUAZIONE

Come già sottolineato, ad ogni BAT per la riduzione delle emissioni sono sempre associati vantaggi e svantaggi. Una descrizione sintetica dell'applicabilità delle BAT descritte per l'industria del vetro viene presentata nelle tabelle seguenti:

I.1 Polveri totali

Tecnologia	Applicabilità	Vantaggi	Svantaggi
Interventi primari			
Modifica miscela vetrificabile	Dipende dal tipo e dalla qualità di vetro richiesti	Non richiede modifiche al ciclo di produzione	Efficienza di riduzione limitata. Può comportare un aumento dei consumi energetici
Forno elettrico	Solo per forni di ridotta capacità, in genere, < 70 t/g Applicabile solo alla totale ricostruzione del forno		Ridotta flessibilità del forno e durata limitata. Consumo di energia elettrica con emissioni indirette.
Interventi secondari			
Filtro elettrostatico	Adatto per volumi fumi elevati	Basse perdite di carico Può operare a temperature relativamente elevate.	Efficienza che dipende da temperatura, umidità, volume fumi. Richiede uso di energia elettrica con emissioni indirette. Produzione di rifiuti solidi
Filtro a maniche	Non è consigliabile per volumi fumi elevati, ad eccezione dei forni Unit Melter	Elevata efficienza di abbattimento	Necessità di raffreddare i fumi. Alte perdite di carico, con consumo di energia elettrica. Emissioni indirette. Produzione di rifiuti solidi.

I.2 Ossidi di azoto (NOx)

Tecnologia	Applicabilità	Vantaggi	Svantaggi
Interventi primari			
Controllo e modifica della combustione	Si può applicare a tutti i forni convenzionali. Parzialmente applicabile al forno in marcia. La completa implementazione può avvenire alla ricostruzione del forno	Possibile risparmio energetico	Possibili emissioni di monossido di carbonio Non elimina gli NOx da decomposizione dei nitrati
Sistema Fenix	Attualmente si applica solo forni per vetro piano, alimentati ad olio combustibile. Si applica solo alla ricostruzione del forno	Possibile risparmio energetico	Non elimina gli NOx da decomposizione dei nitrati
Forni a bassa emissione di NOx	Solo per alcuni tipi di vetro. Capacità del forno limitata. Richiede la completa ricostruzione del forno	Possibile risparmio energetico rispetto a forni della stessa tipologia (a recupero di calore)	Non elimina gli NOx da decomposizione dei nitrati
Ossicombustione	L'applicazione su forni esistenti è possibile ma con efficienze non ottimali.La completa implementazione richiede la ricostruzione del forno. Limitato campo di applicazione per diversi tipi di vetro	Possibile risparmio energetico	Consumo di energia elettrica per la produzione di ossigeno, con emissioni indirette. Non elimina gli NOx da decomposizione dei nitrati
Forno elettrico	In genere, per forni di ridotta capacità < 70 t/g Applicabile solo alla totale ricostruzione del forno		Ridotta flessibilità del forno e durata limitata. Consumo di energia elettrica con emissioni indirette. Non elimina gli NOx prodotti dalla eventuale decomposizione dei nitrati
Interventi secondari			
Reburning/3R	Applicabile ai forni a rigenerazione		Comporta un aumento dei consumi energetici (iniezione di combustibile) e maggiore usura dei refrattari
SNCR	Applicabile solo ai forni a recupero di calore e particolari tipologie di forni a rigenerazione		Possibili emissioni di NH_3 non reagita. Rischi da stoccaggio ammoniaca (possibile classificazione Seveso bis)
SCR	Non sperimentato per vetri borosilicati (lana, filato) e vetri per uso domestico. Numero limitato di applicazioni all'industria del vetro: non completamente implementato		Possibili emissioni di NH_3 non reagita. Rischi da stoccaggio ammoniaca. Rifiuti solidi da sostituzione catalizzatore (possibile classificazione Seveso bis)

I.3 Ossidi di zolfo (SOx), cloruri e fluoruri gassosi (HCl, HF)

Tecnologia	Applicabilità	Vantaggi	Svantaggi
Interventi primari			
Miglioramento qualità materie prime e rottame	Difficoltà di reperimento di materie prime pure		
Modifica del tipo di combustibile	Difficoltà di approvvigionamento di gas naturale in alcune aree geografiche		Possibile aumento delle emissioni di NOx
Interventi secondari			
Trattamento fumi con reagente alcalino	Solo accoppiato ad un sistema di filtrazione delle polveri	In alcuni casi è possibile il riutilizzo delle polveri in sostituzione di una materia prima	Elevata produzione di polveri (rifiuti solidi). Consumo di minerali

I.4 Applicazione delle BAT agli impianti esistenti

Come già indicato, in Italia numerose installazioni per la produzione di vetro hanno già adottato sistemi di controllo delle emissioni, rispondenti alle definizioni di BAT secondo la direttiva europea 96/61/CE. In particolare, su un totale di 54 impianti sottoposti all'applicazione della direttiva, n. 37 impianti hanno già applicato le migliori tecniche per la riduzione delle emissioni di polveri totali e, contemporaneamente hanno provveduto ad utilizzare sistemi per la riduzione delle emissioni di SOx, HCl, HF.

Polveri totali

Le aziende che necessitano di applicare le BAT per la riduzione delle emissioni di polveri totali sono, per la quasi totalità, produttrici di vetro cavo, con forni di capacità medio/piccola.

L'applicabilità dei sistemi di filtrazione non dovrebbe presentare problemi specifici, se non l'eventuale carenza di spazio per alcuni stabilimenti.

I tempi di realizzazione degli impianti possono essere in linea con la scadenza prevista dalla direttiva europea, data attualmente fissata al 30.10.2007.

Si fa rilevare che, in qualche caso, a causa dello spazio limitato a disposizione o di altre costrizioni di tipo geometrico, potrebbe essere necessario, fermo restando i limiti previsti per l'adeguamento, far coincidere l'installazione del sistema di filtrazione con la ricostruzione del/i forno/i, per evitare eventuali interruzioni della produzione o altri problemi di gestione degli impianti.

Ossidi di zolfo (SOx), cloruri e fluoruri gassosi (HCl, HF)

Normalmente, l'applicazione delle migliori tecniche per la riduzione delle emissioni di SOx, HCl, HF viene effettuata congiuntamente alla scelta ed all'installazione del filtro per la riduzione delle emissioni di polveri. Infatti, l'aggiunta di reagenti alcalini per la rimozione degli inquinanti gassosi comporta un sensibile aumento delle concentrazioni di polveri totali nei fumi, con conseguente necessità di utilizzare un sistema di filtrazione per la loro rimozione.

D'altra parte, nella maggior parte dei casi è necessario trattare i fumi prima di procedere alla filtrazione delle polveri, al fine di evitare possibili fenomeni di corrosione dei

materiali utilizzati per la costruzione dei filtri (piastre metalliche, tessuto delle maniche filtranti, ecc.)

Va osservato che, in particolare per i forni adibiti alla produzione di contenitori, le emissioni di SOx, a parità di altre condizioni, possono variare in modo significativo in funzione della colorazione del vetro (verde ossidato, verde ridotto, bianco, mezzo bianco, ambra) e della quantità di rottame impiegata. E' quindi necessario trovare un giusto compromesso tra la riduzione delle emissioni e la quantità di reagente da utilizzare nel sistema, al fine di evitare una sovra-produzione di polveri.

Ossidi di azoto (NOx)

L'applicazione delle migliori tecnologie per la riduzione delle emissioni di NOx riguarda la maggior parte degli impianti per la produzione di vetro, con particolare riferimento ai forni del tipo a rigenerazione (End Port e Side Port).

Come già detto, le tecniche che potranno essere applicate sono prevalentemente di tipo primario, le quali, attraverso il controllo dei parametri che regolano la combustione, permettono di raggiungere, in molte occasioni, concentrazioni di NOx confrontabili con i livelli indicati nel documento di riferimento europeo BREF, garantendo al tempo stesso un rapporto costi/benefici accettabile per l'industria del vetro, in particolare per i prodotti a basso valore aggiunto.

Diversi impianti hanno già sostituito i bruciatori convenzionali con altri di nuova tecnologia, a bassa produzione di NOx. In alcuni casi, in occasione del rifacimento del forno ne è stata modificata la geometria allo scopo di limitare la formazione di NOx. In molte di queste situazioni la fase di ottimizzazione della gestione del sistema di combustione non è ancora stata completata, in quanto è necessario adattare il sistema alle diverse condizioni di esercizio del forno (variazione di cavato, diverse percentuali di rottame) al fine di raggiungere e mantenere livelli di emissione i più bassi possibili.

In molti altri casi, sarà necessario intervenire durante la fase di ricostruzione del forno, per poter apportare le modifiche necessarie al raggiungimento di livelli di emissione compresi tra 800 e 1800 mg/Nm^3, in funzione del tipo di forno e di combustibile, con i valori più alti relativi a forni di tipo Side Port alimentati a metano.

Il raggiungimento di valori di emissione inferiori comporterebbe l'adozione di misure secondarie (riduzione chimica con ammoniaca) che, come è già stato detto, in generale, comportano costi di investimento e di gestione particolarmente elevati soprattutto per impianti che producono una tipologia di vetro a basso valore aggiunto (contenitori, vetro piano) e rappresentano tecnologie non ancora consolidate sul piano industriale per il settore del vetro cavo.

L'applicazione del processo 3R può essere effettuata solo a fine campagna del forno, in fase di ricostruzione. Essa richiede una fase di messa a punto allo scopo di ottimizzare la quantità di combustibile fossile da iniettare nelle camere di rigenerazione ed un'efficienza di riduzione accettabile. Anche in questo caso è necessario raggiungere un buon compromesso tra l'aumento dei consumi energetici (combustibile iniettato), con conseguente emissione di CO_2, e la riduzione delle emissioni di NOx.

La fusione elettrica utilizzata come migliore tecnologia per la riduzione delle emissioni di NOx, richiede una completa ricostruzione del forno e, come già detto, è applicabile solo per forni di piccola capacità, per la produzione di vetri a più alto valore aggiunto.

Un'efficace applicazione dell'ossicombustione richiede la completa ricostruzione del forno, con la modifica della camera di combustione, la sostituzione dei bruciatori,

l'utilizzo di materiali refrattari di elevata qualità, ecc. Come già illustrato, l'applicazione di questa tecnologia è attualmente indirizzata a forni caratterizzati da elevati consumi energetici specifici, adibiti alla produzione di vetro a più alto valore aggiunto; essa deve comunque essere valutata caso per caso, sulla base delle particolari condizioni che possono influenzare e determinare una possibile applicabilità al sito in esame.

J. FATTIBILITA' ECONOMICA DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Le seguenti tabelle riassumono i dati economici delle diverse tecnologie descritte e le possibili limitazioni alle loro applicazioni.

J.1 Polveri totali

Tecnologia	Costi di investimento	Costi di esercizio	Osservazioni
Interventi primari			
Modifica miscela vetrificabile	Trascurabili	Bassi	Bassa efficienza di riduzione delle emissioni
Forno elettrico	Elevati ma comunque inferiori ad un forno tradizionale di pari capacità	Dipendono dal costo dell'energia elettrica, fino a 4-5 volte superiore al costo del combustibile fossile	Migliore efficienza termica del forno rispetto alla fusione convenzionale
Interventi secondari			
Filtro elettrostatico	Da 0.8 a 3.5 milioni €, per forni da 50 a 600 t/g di vetro	Da 0.1 a 0.4 milioni €/anno, per forni da 50 a 600 t/g di vetro	
Filtro a maniche	Fino a 1.5 milioni €, per forni di media capacità	Da 0.1 a 0.5 milioni €/anno, per forni di media capacità	

J.2 Ossidi di zolfo (SOx), cloruri e fluoruri gassosi (HCl, HF)

Tecnologia	Costi di investimento	Costi di esercizio	Osservazioni
Interventi secondari			
Trattamento fumi con reagente alcalino	Vedi Polveri totali	Fino a 0.15 milioni €/anno + costi relativi al sistema di filtrazione ed all'eventuale smaltimento delle polveri	Il costo del bicarbonato di sodio è significativamente superiore a quello dell'idrossido di calcio

J.3 Ossidi di azoto (NOx)

Tecnologia	Costi di investimento	Costi di esercizio	Osservazioni
Interventi primari			
Controllo e modifica della combustione	Da 0.1 a 0.6 milioni €, per bruciatori a bassa emissione di NOx; da 0.1 a 0.2 milioni €, per sistemi di controllo	0.1 milioni €/anno	Non applicabile per alcuni tipi di forno Side Port
Sistema Fenix	Circa 0.7 milioni €. E' richiesto il pagamento di licenza.	0.1 milioni €/anno	Sistema attualmente sperimentato solo su forni per vetro piano Consente un risparmio energetico. Maggiore usura refrattari
Forni a bassa emissione di NOx	Fino a 1.8 milioni € di costi aggiuntivi rispetto ai forni convenzionali	0.1 milioni €/anno	Maggiore usura refrattari L'applicazione è attualmente limitata a pochi esemplari
Ossicombustione	In genere, i costi di investimento sono inferiori ai forni tradizionali, per l'eliminazione del sistema di preriscaldo dell'aria. Costo dei bruciatori 0.3-0.5 milioni € in più rispetto a bruciatori tradizionali	Elevati, in funzione del costo dell'ossigeno. Esso comprende anche i costi di investimento per l'impianto di produzione che normalmente viene dato in "uso" dalla stessa ditta fornitrice dell'ossigeno	Si possono realizzare risparmi energetici, in particolare per forni di piccola capacità e per tipologie di vetro ad elevato consumo energetico
Forno elettrico	Vedi Polveri Totali	Vedi Polveri totali	
Interventi secondari			
Reburning/3R	Da 0.3 a 0.8 milioni €, per forni da circa 100 a 500 t/giorno. E' previsto il pagamento di licenza	0.5-1.5 €/t vetro, in funzione della presenza o meno di recupero di calore	Applicato solo a forni di tipo Side Port. Comporta un aumento dei consumi energetici (iniezione di combustibile) e maggiore usura dei refrattari
SNCR	Da 0.2 a 1.3 milioni €, per forni da circa 50 a 600 t/giorno.	Da 0.03 a 0.3 milioni €/anno, per forni da circa 50 a 600 t/giorno.	Applicazione limitata a forni a recupero e particolari tipologie di forni a rigenerazione
SCR	Da 1.0 a 4.5 milioni €, per forni da circa 50 a 600 t/giorno.	Da 0.07 a 0.5 milioni €/anno, per forni da circa 50 a 600 t/giorno.	Tecnologia non ancora completamente consolidata per forni per vetro

K. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE ED UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

L'individuazione delle migliori tecniche disponibili e l'analisi dell'applicabilità e di utilizzazione delle stesse sono state fatte sulla base dei seguenti criteri principali:

- La tipologia dei vetri prodotti dalle aziende italiane, prevalentemente a basso valore aggiunto (cavo e piano), con circa il 90 % di vetro sodico-calcico. Altri Paesi europei, in particolare la Germania, presentano produzioni importanti di vetri speciali (schermi TV e tubi catodici, vetri per ottica; lampadine, ecc.) che oltre ad essere caratterizzati da un alto valore aggiunto, sono associati ad un impatto ambientale significativo, in particolare per le elevate emissioni di NOx, di metalli pesanti, ecc. derivanti dal ciclo di produzione di questi tipi di vetro.
- La dimensione dei forni utilizzati per la produzione e la collocazione geografica degli stessi. Infatti, in Italia, a differenza di altri Paesi Europei è molto diffusa la presenza di:
  - Forni di piccola o media dimensione situati singolarmente in località non prettamente industriali, con conseguente limitazione all'applicazione di alcune tecniche per la riduzione delle emissioni, che possono comportare impatti ambientali elevati (es. stoccaggio ammoniaca), oppure costi troppo elevati se applicate a volumi di fumi relativamente bassi. Diversamente dall'Italia, in altri Paesi europei è molto diffusa la presenza di 4-5 forni nello stesso insediamento industriale, con sinergie decisamente vantaggiose per l'applicazione di alcune tecnologie altrimenti troppo costose.
  - Gli stabilimenti di produzione del vetro, in molti casi, sono inseriti in aree dallo spazio limitato che non sempre consentono una libera scelta delle tecnologie da adottare.
- Il 70 % circa dell'energia impiegata per la produzione di vetro da parte delle aziende italiane è rappresentato da gas naturale (metano). Questa scelta operata nel corso degli anni ha portato ad un sensibile contenimento delle emissioni di SOx ma, per contro, a più elevate concentrazioni di NOx, rispetto ai forni alimentati ad olio. Il confronto tra i livelli di NOx raggiunti o raggiungibili dagli altri Paesi europei che utilizzano diffusamente olio combustibile per la fusione è quindi difficile da sostenere in quanto i livelli di partenza sono sostanzialmente diversi.
- I consumi energetici delle aziende italiane, espressi per tonnellata di vetro fuso, si attestano tra i valori più bassi dell'Unione Europea; ciò a causa dell'elevato costo dell'energia che caratterizza l'Italia e che ha costretto le aziende a ridurre drasticamente i consumi per poter essere competitive sul mercato europeo. Questo aspetto limita fortemente l'applicazione di tecnologie che richiedono impieghi energetici significativi, in particolare l'ossicombustione.
- Le tecnologie disponibili sono state esaminate in tutti gli aspetti che concorrono ad una valutazione dell'impatto ambientale globale, in particolare:
  - Il miglioramento ambientale raggiungibile
  - Le emissioni indirette associate all'uso della tecnologia (consumi di energia elettrica)
  - L'utilizzo di risorse naturali (materie prime, acqua)
  - L'utilizzo di sostanze ad impatto ambientale significativo (ammoniaca)
  - La produzione di rifiuti solidi (polveri da filtrazione, catalizzatore da SCR, ecc.) e/o liquidi, privilegiandone il riciclo.

- Una tecnologia applicata con successo ad un settore dell'industria del vetro o ad una particolare tipologia di forno, non necessariamente può essere estesa ad altri settori o a tutti i tipi di forno. Le motivazioni di tali limitazioni possono essere diverse:
  - o Incompatibilità chimica tra componenti della tecnologia e la formulazione del vetro prodotto. Ad esempio, componenti della miscela vetrificabile che possono avvelenare il catalizzatore (SCR), oppure che possono corrodere gli elettrodi (forno elettrico), ecc.
  - o Tipologia del forno utilizzato che non consente l'applicazione della tecnologia con efficienze di riduzione accettabili (es. SNCR su forni a rigenerazione), oppure a causa di costrizioni di tipo strutturale (es. Reburning/3R e sistema Fenix non applicabili su forni di tipo recuperativo)
  - o Costi di investimento e/o di gestione troppo elevati per le tipologie di vetro a basso valore aggiunto (es. ossicombustione per vetro cavo e piano), oppure per forni di dimensioni non compatibili con la tecnologia prescelta (es. forno elettrico per produzioni > 70-150 t/giorno; forni a bassa emissione di NOx per grandi capacità produttive > 200 t/giorno, ecc.).
- L'applicazione di una particolare tecnologia all'industria del vetro effettuata in altri Paesi europei non necessariamente si traduce nella sua completa implementazione a tutto il settore. Ad esempio, la tecnologia SCR è stata applicata in Germania prevalentemente su forni adibiti alla produzione di vetri speciali, caratterizzati da emissioni iniziali di NOx particolarmente elevate, > 4000 mg/Nm^3; la stessa tecnologia è stata applicata al settore del vetro cavo solo in pochi casi ed almeno un'applicazione è stata interrotta.
- La stessa tecnologia applicata a forni di tipo diverso, oppure a forni della stessa tipologia ma alimentati da combustibile differente (metano o olio) comporta il raggiungimento di livelli di emissione sostanzialmente diversi, in funzione dei valori iniziali. Ad esempio,un intervento di tipo primario per la riduzione degli NOx applicato ad un forno Side Port alimentato a metano non consente il raggiungimento dei livelli di emissione ottenibili dallo stesso tipo di forno alimentato con olio combustibile, oppure da un forno End Port, a parità di combustibile impiegato.
- Tra le tecnologie disponibili, individuate per l'applicazione all'industria vetraria italiana, sono presenti anche tecniche che non sono ancora state implementate completamente (es. sistema Fenix), oppure che hanno avuto applicazione solo in un particolare settore (es. sistema 3R, applicato ai forni per vetro piano). La loro individuazione deriva dalla conoscenza dei risultati raggiunti con le applicazioni esistenti e dalla volontà delle aziende che hanno sperimentato tali tecnologie di procedere alla loro applicazione anche agli stabilimenti che le stesse controllano sul territorio nazionale.
- I criteri di individuazione delle tecniche disponibili sono stati dettati da aspetti prevalentemente tecnici ma anche da considerazioni di tipo economico, in particolare per i sistemi di controllo delle emissioni di NOx, dove l'adozione di misure primarie (controllo dei parametri di combustione) è normalmente meno costosa e può portare a risultati confrontabili a quanto ottenibile con sistemi secondari (3R, SCR, SNCR), con un bilancio ambientale globale più favorevole (possibilità di risparmio energetico, mancato utilizzo di sostanze impattanti per l'ambiente, NH_3, ecc.). La scelta delle tecniche per il contenimento delle emissioni di polveri, SOx ed altri inquinanti gassosi non ha presentato situazioni ove il confronto tra le misure primarie (modifica della miscela vetrificabile, miglioramento della qualità delle materie prime impiegate) e gli interventi di tipo secondario (filtrazione e

trattamento fumi con reagente alcalino) potesse presentare efficienze di rimozione confrontabili.

Sulla base dei criteri indicati ai punti precedenti, sono state individuate le seguenti tecniche per ciascun settore:

K.1 Tabelle riassuntive delle migliori tecniche individuate per ciascun settore

Settore	BAT per Polveri	BAT per NOx	BAT per SOx, HCl, HF
Vetro cavo	Filtro a maniche Per volumi fumi < 30000 Nm³/h o per forni Unit Melter	Bruciatori a bassa emissione di NOx. Applicabili ad alcune tipologie di forno	Trattamento fumi con reagente alcalino – Applicabile solo a forni con sistema di filtrazione delle polveri
	Filtro elettrostatico Per volumi fumi > 20000 Nm³/h	Modifica geometria forno – Applicabile ad alcune tipologie di forno in fase di ricostruzione	
	Forno elettrico – Solo per vetri ad alto valore aggiunto. Per forni < 70 t/g	Controllo eccesso d'aria – Applicabile a tutti i tipi di forno	
		Forni a bassa emissione di NOx (Flexmelter, LoNOx) – Solo per forni recuperativi, per capacità produttive < 300 t/g	
		Forno elettrico – Solo per vetri ad alto valore aggiunto. Per forni < 70 t/g	
		Ossicombustione – Applicabile solo per particolari condizioni di fornitura dell'ossigeno, a causa dei costi energetici elevati (costo dell'ossigeno)	
		Riduzione catalitica SCR Forti limitazioni di applicabilità al settore. Vedi Tabelle I.2 e J.3	
		Riduzione non catalitica SNCR. Applicabile solo a forni del tipo a recupero di calore ed a particolari condizioni di temperatura dei fumi. Vedi Tabelle I.2 e J.3	
		Reburning/3R - Forti limitazioni di applicabilità a causa dell'aumento dei consumi energetici. Vedi Tabelle I.2 e J.3	

Settore	BAT per Polveri	BAT per NOx	BAT per SOx, HCl, HF
Vetro piano	Filtro elettrostatico Per volumi fumi > 20000 Nm³/h	Bruciatori a bassa emissione di NOx . Applicabili ad alcune tipologie di forni	Trattamento fumi con reagente alcalino Applicabile solo a forni con sistema di filtrazione delle polveri
		Modifica geometria forno Applicabile alla ricostruzione del forno	
		Controllo eccesso d'aria– Applicabile a tutti i tipi di forno	
		Sistema Fenix Applicabile a forni a fiamme trasversali, con combustione ad olio	
		Reburning, 3R Applicabile a forni con camere di rigenerazione, preferibilmente dotati di caldaia per il recupero di calore	
		SCR (Riduzione selettiva con catalizzatore) La tecnica è applicata ad un solo forno per vetro piano in Europa	

Settore	BAT per Polveri	BAT per NOx	BAT per SOx, HF, HCl
Vetro borosilicato (tubo e contenitori)	Filtro a maniche Per volumi fumi < 30000 Nm³/h	Bruciatori a bassa emissione di NOx – Applicabili ad alcune tipologie di forni	Trattamento fumi con reagente alcalino Applicabile solo a forni con sistema di filtrazione delle polveri
	Filtro elettrostatico Per volumi fumi > 20000 Nm³/h	Modifica geometria forno – Applicabile ad alcune tipologie di forno	
	Forno elettrico Solo per forni < 70 t/g	Controllo eccesso d'aria – Applicabile a tutti i tipi di forno	
		Forno elettrico Solo per forni < 70 t/g	
		Ossicombustione Non elimina gli NOx da nitrati della miscela vetrificabile	

Settore	BAT per Polveri	BAT per NOx	BAT per SOx, HF, HCl
Filato e lana di vetro	Filtro a maniche Per volumi fumi < 30000 Nm³/h	Bruciatori a bassa emissione di NOx - Applicabili ad alcune tipologie di forni	Trattamento fumi con reagente alcalino Applicabile solo a forni con sistema di filtrazione delle polveri
	Filtro elettrostatico Per volumi fumi > 20000 Nm³/h	Modifica geometria forno – Applicabile ad alcune tipologie di forno	
	Forno elettrico Solo per forni < 150 t/g	Controllo eccesso d'aria – Applicabile a tutti i tipi di forno	
		Forno elettrico – Solo per forni < 150 t/g	
		Ossicombustione – Non elimina gli NOx da nitrati della miscela vetrificabile	

Settore	BAT per Polveri	BAT per NOx	BAT per SOx, HF, HCl
Vetro al piombo	Filtro a maniche Per volumi fumi < 30000 Nm³/h	Bruciatori a bassa emissione di NOx – Applicabili ad alcune tipologie di forni	Trattamento fumi con reagente alcalino Applicabile solo a forni con sistema di filtrazione delle polveri
	Forno elettrico Solo per forni < 70 t/g	Modifica geometria forno – Applicabile ad alcune tipologie di forno	
		Controllo eccesso d'aria – Applicabile a tutti i tipi di forno	
		Forno elettrico – Solo per forni < 70 t/g	
		Ossicombustione – Non elimina gli NOx da nitrati della miscela vetrificabile	

Settore	BAT per Polveri	BAT per NOx	BAT per SOx, HF, HCl
Vetro artistico	Filtro a maniche Per volumi fumi < 30000 Nm³/h	Bruciatori a bassa emissione di NOx Applicabili ad alcune tipologie di forni	Trattamento fumi con reagente alcalino Applicabile solo a forni con sistema di filtrazione delle polveri
		Controllo eccesso d'aria – Applicabile a tutti i tipi di forno	
		Ossicombustione – Non elimina gli NOx da nitrati della miscela vetrificabile	

K.2 Tabelle riassuntive delle prestazioni attese dall'applicazione delle migliori tecniche individuate per ciascun settore

I livelli prestazionali possono essere indicati sia in termini di concentrazioni (mg/Nm³) che come fattori di emissione (kg/t).

Nel caso di forni a combustibile fossile ed aria, può essere determinato un fattore di conversione tra le due unità di misura, mentre per i forni elettrici ed i forni ad ossicombustione tale conversione risulta più complessa.

Va osservato che i livelli prestazionali espressi come fattore di emissione (kg/t) dipendono da numerosi parametri, tra i quali:

- Consumo energetico specifico (GJ/t.)
- Produzione specifica del forno (tonnellate/m² superficie forno)
- Percentuale di rottame utilizzata
- Tipologia di vetro prodotto
- Mix energetico utilizzato (solo combustibile fossile, fossile + energia elettrica)
- Tipo di combustibile (metano, olio)
- Età del forno
- Tipo di forno

Per i suddetti motivi possono essere assunti quali valori di riferimento le emissioni espresse in concentrazione oppure, in alternativa, i fattori di emissione espressi per unità di vetro fuso, ma i due valori non presentano un fattore di conversione fisso e, pertanto, non possono essere considerati contemporaneamente come livelli di riferimento. Va osservato che, a parità di altre condizioni, i fattori di emissione e, conseguentemente, i fattori di conversione da mg/m³ a kg/t vetro fuso variano notevolmente in particolare con l'età del forno ed il cavato (t/g); il confronto tra due forni con caratteristiche non omogenee comporta sostanziali difficoltà interpretative.

I valori presentati nelle seguenti tabelle si riferiscono ai livelli prestazionali attesi dall'applicazione delle BAT, individuati in base all'osservazione di dati reali derivanti da applicazioni esistenti.

I valori di emissione espressi in concentrazione (mg/Nm³) risultano mediamente più elevati rispetto a quanto riportato nel documento di riferimento europeo BREF, principalmente quale conseguenza di consumi energetici generalmente bassi e, quindi, di una contrazione del volume dei fumi di combustione emessi in atmosfera.

K.2.1. Vetro cavo

Inquinante/ tipo di forno	**BAT individuata/campo di applicazione**	**Livelli prestazionali attesi**	
		mg/Nm³	***Kg/ton. vetro fuso***
Polveri totali	Filtro a maniche	5-30	0.01-0.05
	Filtro elettrostatico	20-50	0.03-0.08
	Forno elettrico		< 0.05
Ossidi di azoto	*Bruciatori LowNOx e/o controllo combustione*		
	Forni End Port	800-1200	1.5-2.2
	Forni Unit Melter	800-1000	1.5-1.8
	Forni Side Port	1500	< 2.7
	Vetri con nitrati nella miscela vetrificabile	< 2000	< 5

		mg/Nm³	***Kg/ton. vetro fuso***
	Forni a bassa emissione di NOx (LoNOx, Flexmelter)	700-900	1.0-1.4
	Ossicombustione		0.5-1.5
	Forno elettrico		< 1
Ossidi di zolfo			
Forni a metano (*)	Trattamento fumi con reagente alcalino		
	Vetri per uso domestico	300-500	0.8-1.3
	Vetro cavo tradizionale (bottiglie, vasi, ecc,)	500-800	0.8-1.2
Forni ad olio (*)	Trattamento fumi con reagente alcalino		
	Vetro cavo tradizionale (bottiglie, vasi, ecc,)	1400-1700	2.1-2.5

(*) I valori più elevati si riferiscono ad impianti che effettuano il riciclo delle polveri nella miscela vetrificabile alimentata al forno fusorio. Va osservato che la possibilità di riciclare le polveri al forno dipende dalla tipologia del vetro prodotto .

K.2.2. Vetro piano

Inquinante/ tipo di forno	**BAT individuata/campo di applicazione**	**Livelli prestazionali attesi**	
		mg/Nm³	***Kg/ton. vetro fuso***
Polveri totali	Filtro elettrostatico	20-50	0.05-0.13
Ossidi di azoto	*Bruciatori LowNOx e/o controllo combustione*		
	Forni Side Port	1200-1500	3.0-3.8
	Sistema Fenix Forni ad olio	< 800	< 2
	Sistema 3R	< 800	< 2
	Sistema SCR	< 800	< 2
Ossidi di zolfo			
Forni a metano (*)	Trattamento fumi con reagente alcalino	200-500	0.5-1.3
Forni ad olio (*)	Trattamento fumi con reagente alcalino	1200-1400	3.0-4.0

(*) I valori più elevati si riferiscono ad impianti che effettuano il riciclo delle polveri nella miscela vetrificabile alimentata al forno fusorio. Va osservato che la possibilità di riciclare le polveri al forno dipende dalla tipologia del vetro prodotto .

K.2.3. Vetro borosilicato (tubo e cavo)

Inquinante/ tipo di forno	**BAT individuata/campo di applicazione**	**Livelli prestazionali attesi**	
		mg/Nm³	***Kg/ton. vetro fuso***
Polveri totali	Filtro a maniche	10-30	0.04-0.12
	Filtro elettrostatico	20-50	0.12-0.30
	Forno elettrico		< 0.05
Ossidi di azoto	*Bruciatori LowNOx e/o controllo combustione*		
	Forni End Port	800-1200	3.2-4.8
	Forni Unit Melter	600-800	2.4-3.2
	Forni Side Port	800-1200	3.2-4.8
	Forni a bassa emissione di NOx (LoNOx, ecc.)	700-900	1.0-1.4
	Ossicombustione		
	Vetri senza uso di nitrati		2-3
	Vetri con uso di nitrati **(*)**		10-20
	Forno elettrico		< 1
Ossidi di zolfo			
Forni a metano	Trattamento fumi con reagente alcalino	< 100	< 0.4

(*) I valori si riferiscono a forni i cui fumi risultano convogliati insieme ad altri derivanti da produzioni esenti da nitrati, conseguentemente la concentrazione ed il fattore di emissione medi risultano significativamente inferiori rispetto ai valori indicati in tabella.

K.2.4. Vetro borosilicato (lana e filato)

Inquinante/ tipo di forno	**BAT individuata/campo di applicazione**	**Livelli prestazionali attesi**	
		mg/Nm³	***Kg/ton. vetro fuso***
Polveri totali	Filtro a maniche	10-30	0.05-0.14
	Forno elettrico		< 0.1
Ossidi di azoto	*Bruciatori LowNOx e/o controllo combustione*		
	Forni Unit Melter	600-1000	2.7-4.5
	Ossicombustione		< 1.5
	Forno elettrico Vetri senza uso di nitrati		< 1
	Vetri con uso di nitrati		< 2
Ossidi di zolfo			
Forni a metano	Trattamento fumi con reagente alcalino	< 800	< 3.6

K.2.5. Vetro al piombo

Inquinante/ tipo di forno	BAT individuata/campo di applicazione	Livelli prestazionali attesi	
		mg/Nm³	*Kg/ton. vetro fuso*
Polveri totali	Filtro a maniche	5-30	0.02-0.09
	Forno elettrico		< 0.05
Ossidi di azoto			
Forni a metano	*Bruciatori LowNOx e/o controllo combustione*	600-800	1.8-2.4
	Ossicombustione		< 1.5
	Forno elettrico		
	Vetri senza uso di nitrati		< 1
	Vetri con uso di nitrati		< 2
Ossidi di zolfo			
Forni a metano	Trattamento fumi con reagente alcalino	< 200	< 0.6

K.2.6. Vetro artistico

Inquinante/ tipo di forno	BAT individuata/campo di applicazione	Livelli prestazionali attesi	
		mg/Nm³	*Kg/ton. vetro fuso*
Polveri totali	Filtro a maniche	5-40	0.02-0.16
Ossidi di azoto			
Forni a metano	*Bruciatori LowNOx e/o controllo combustione*		
	Vetri senza uso di nitrati	600-800	2.4-3.2
	Vetri con uso di nitrati	1500-2000	6.0-8.0
	Ossicombustione		
	Vetri senza uso di nitrati		< 2
	Vetri con uso di nitrati		< 4
	Forno elettrico		
	Vetri senza uso di nitrati		< 1
	Vetri con uso di nitrati		< 4
Ossidi di zolfo			
Forni a metano	Trattamento fumi con reagente alcalino	< 200	< 0.8

L. PIANO DI MONITORAGGIO

La verifica dei livelli di emissione, associati al ciclo di produzione del vetro, e delle prestazioni dei sistemi installati per il contenimento delle emissioni, può essere effettuata utilizzando diversi metodi, che possono essere impiegati singolarmente o in combinazione:

- Controllo dei parametri critici del sistema di filtrazione e trattamento fumi, al fine di verificarne il buon funzionamento:
    - Perdita di carico del filtro a maniche
    - Tensione, corrente, numero di scariche del filtro elettrostatico

- Controllo periodico delle emissioni mediante misure discontinue, compresa la misura dei parametri accessori:
    - Velocità e volume fumi
    - Temperatura fumi
    - Umidità
    - Ossigeno
    - Anidride carbonica
    - Monossido di carbonio
    - Polveri totali
    - Ossidi di azoto (NOx)
    - Ossidi di zolfo (SOx)
    - Cloruri gassosi (HCl)
    - Fluoruri gassosi (HF)

- Misura in continuo degli inquinanti principali e dei parametri accessori, quali in generale:
    - Polveri totali
    - Biossido di zolfo (SO_2)
    - Ossidi di azoto (NOx)
    - Ossigeno

- Bilancio di massa per la stima di alcune sostanze inquinanti o di altre grandezze:
    - Ossidi di zolfo (SOx)
    - Volume fumi
    - Umidità fumi

L.1. Controllo dei parametri critici del sistema di trattamento fumi.

Le aziende dotate di impianti di filtrazione e trattamento fumi predispongono un piano di controllo dei parametri critici del sistema, programmando la manutenzione ordinaria dell'impianto (pulizia, verifica degli elementi maggiormente deteriorabili, ecc.).

I parametri individuati quali indicatori del possibile cattivo funzionamento del sistema vengono riportati con la frequenza ritenuta necessaria (giornalmente, settimanalmente) su apposito registro.

Dall'osservazione dei dati, potrà essere evidenziato il progressivo decadimento del sistema oppure un suo cattivo funzionamento, predisponendo di conseguenza una manutenzione straordinaria.

L. 2. Controllo periodico delle emissioni mediante misure discontinue.

Le aziende programmano una serie di misure ai diversi punti di emissione, nel rispetto della frequenza richiesta dalla propria autorizzazione ambientale , e/o in base ad un piano aziendale di controllo.
Sulla base delle caratteristiche qualitative e quantitative delle emissioni derivanti dalle diverse fasi del ciclo di produzione, è proposta la seguente frequenza minima dei controlli periodici:

- Sorgenti di emissione minori (movimentazione e stoccaggio materie prime, trattamenti a caldo del vetro, ecc.): frequenza annuale.
- Forno/i di fusione del vetro, in assenza di sistemi di monitoraggio in continuo degli inquinanti principali: frequenza annuale o semestrale.
- Emissioni derivanti da operazioni di apprettatura, essiccazione, ecc. del vetro borosilicato (lana e filato): frequenza semestrale.

I metodi consigliati per il prelievo e le analisi dei campioni necessari alla misura delle emissioni solide e gassose sono i seguenti:

L.2.1 Metodi consigliati per la misura delle emissioni solide e gassose

Parametro	Principio di misura	Metodo di riferimento
Velocità e portata fumi	Tubo di Pitot o Darcy e micromanometro differenziale	UNI 10169-2001
Ossigeno	Cella all'ossido di zirconio, paramagnetismo, celle elettrochimiche	US-EPA 3A – ALT 004 ASTM D 6522 – 00
Anidride carbonica	Spettrofotometria IR	US-EPA 3A – ALT 004
Monossido di carbonio	Spettrofotometria IR, celle elettrochimiche	US-EPA 3A – ALT 004 ASTM D 6522 – 00
Polveri totali	Filtrazione e determinazione gravimetrica	UNI 10263 – 1998 UNI-EN 13284-1, 2003 Metodo Unichim 494 Uso di sonda e filtro riscaldati per i camini di apprettatura ed essiccazione lana e filato di vetro
Ossidi di zolfo totali ($SO_2 + SO_3$)	Filtrazione ed assorbimento in soluzione alcalina, determinazione con cromatografia ionica, ICP, titolazione con perclorato di Bario	DM 25/08/2000, G.U. n. 233 del 23/09/2000 Metodo Interno Stazione Sperimentale del Vetro LAA/MI/01/01
Biossido di zolfo (SO_2)	Spettrofotometria IR, spettrofotometria UV	UNI 10393 – 1995
Ossidi di azoto ($NO + NO_2$)	Spettrofotometria IR, chemiluminescenza	DM 25/08/2000, G.U. n. 233 del 23/09/2000 UNI 10878 – 2000 ASTM D 6522 – 00
Cloruri gassosi (HCl)	Filtrazione ed assorbimento in soluzione alcalina, determinazione con cromatografia ionica, titolazione, analisi colorimetrica	DM 25/08/2000, G.U. n. 233 del 23/09/2000
Fluoruri gassosi (HF)	Filtrazione ed assorbimento in soluzione alcalina, determinazione con cromatografia ionica, elettrodo specifico allo ione fluoro	DM 25/08/2000, G.U. n. 233 del 23/09/2000
Formaldeide	Assorbimento in soluzione acquosa; determinazione colorimetrica o HPLC	US-EPA n. 316, con sonda riscaldata
Fenolo	Assorbimento in soluzione alcalina; determinazione colorimetrica o analisi cromatografia	Metodo Unichim n. 504/80, con sonda riscaldata
Ammoniaca	Assorbimento in soluzione acida; determinazione colorimetrica o elettrodo specifico allo ione ammonio	Metodo Unichim n. 632/84, con sonda riscaldata
Metalli	Filtrazione e/o assorbimento in soluzione acquosa; determinazione con AAS, ICP	Metodo Unichim n. 723 – 1986 Metodo UNI EN 14385/2004

L.3 Misura in continuo degli inquinanti principali

In generale, la misura in continuo delle emissioni è limitata agli inquinanti principali derivanti dal forno di fusione del vetro, in quanto essi rappresentano quantitativamente i flussi di massa più rilevanti del ciclo di produzione e presentano le caratteristiche di una emissione continua e relativamente costante nel tempo.

La misura in continuo delle emissioni può essere effettuata sia mediante sistemi "in situ" che con metodi estrattivi. Normalmente, i sistemi di misura disponibili si basano sui seguenti metodi:

L.3.1 Metodi per la misura in continuo delle emissioni solide e gassose

Parametro	Metodo
Ossigeno	Cella ad ossido di zirconio, paramagnetico
Polveri totali	Sistemi ottici basati sulle misure di opacità o effetto scattering
Ossidi di azoto (NO, NO_2)	Spettrofotometria IR, UV, chemiluminescenza, FTIR
Biossido di zolfo (SO_2)	Spettrofotometria IR, UV, FTIR
Monossido di carbonio	Spettrofotometria IR, FTIR
Umidità fumi	FTIR

La taratura e/o la verifica dell'indice di accuratezza relativo dei sistemi di misura saranno effettuate sulla base di quanto stabilito dal Decreto 21 dicembre 1995: "Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali".

Nel valutare i risultati e l'affidabilità delle misure, particolare attenzione dovrà essere prestata ad alcuni aspetti che caratterizzano le emissioni dai forni fusori per vetro, in particolare:

- La risposta degli analizzatori "in situ" può essere influenzata da cambi di colore del vetro prodotto, cambi di tipologia di combustibile, variazione della distribuzione granulometrica delle polveri.
- L'affidabilità delle misure eseguite mediante analizzatori di tipo estrattivo dipende anche dal sistema di condizionamento del campione. Infatti, eventuali condensazioni lungo la linea e/o interferenze chimico-fisiche in fase di filtrazione dei fumi da sottoporre ad analisi possono, in alcuni casi, influenzare i risultati delle misure.

L.4 Bilancio di massa

In alcuni casi e per alcune grandezze è possibile calcolare i valori attesi a partire da un bilancio di massa, oppure da dati di processo opportunamente misurati.
Ad esempio, le emissioni di ossidi di zolfo possono essere calcolate a partire dalle materie prime impiegate nella miscela vetrificabile, dalla composizione chimica del vetro prodotto e del rottame utilizzato. Tale procedura permette di stimare il flusso di massa in kg/h, espressi come SO_2, e di calcolare la concentrazione di SOx nei fumi, utilizzando un valore di volume fumi calcolato a partire dai dati di processo.

Tale stima può essere eseguita anche per altre sostanze inquinanti (HCl, HF), in particolare quando queste derivano dall'aggiunta intenzionale di composti del cloro o del fluoro nella miscela vetrificabile.

Un parametro fondamentale per la stima delle emissioni è rappresentato dal volume fumi, la cui determinazione può, in alcuni casi risultare problematica a causa del punto di misura delle emissioni non ideale. In questi casi, è possibile calcolare il volume fumi a partire dal consumo di combustibile del forno fusorio e dalla composizione della miscela vetrificabile. Per poter procedere alla stima del il volume fumi al punto di prelievo, alle condizioni di emissione, è necessario conoscere la concentrazione di ossigeno nei fumi.

E' comunemente accettato che, in caso di difficoltà nella misura e/o di contestazione del dato, la portata dei fumi calcolata venga ritenuta più attendibile rispetto a quella misurata.

M. GLOSSARIO

M.1 Definizioni

Emissioni espresse in concentrazione (mg/Nm³): I valori di emissione indicati nel documento si riferiscono a volumi di gas secchi, riportati all'8 % di ossigeno, se non diversamente indicati.

Fattori di emissione (kg/t): I valori si riferiscono a tonnellate di vetro fuso.

Cavato del forno: Produzione giornaliera di vetro fuso, espressa in t/giorno.

Torrino/i: Condotto/i fumi dal quale entrano ed escono alternativamente l'aria comburente ed i fumi di combustione.

Forni a rigenerazione: Forni dotati di camere in materiale refrattario attraverso le quali passano alternativamente l'aria comburente ed i fumi di combustione. La loro funzione è quella di accumulare calore (sottratto ai fumi) e di preriscaldare l'aria comburente.

Forni recuperativi: Forni dotati sistema di recupero di calore mediante scambiatore metallico.

Forni di tipo End Port: Forni dotati di camere di rigenerazione posteriori e fiamme ad U (bruciatori posteriori).

Forni di tipo Side Port: Forni dotati di camere di rigenerazione laterali e fiamme trasversali (bruciatori laterali).

Forni di tipo Unit Melter: Forni di tipo recuperativi, con scambiatore di calore metallico.

INDUSTRIA DELLA PRODUZIONE DELLE FRITTE

A. SCOPI E OBIETTIVI

Il presente documento è stato redatto nell'ambito del Gruppo Tecnico Ristretto (GTR) "*Industria del vetro di cui ai punti da 3.3 e 3.4*" dell'Allegato I del D. L.vo 372/99 e si riferisce in particolare alla sola produzione delle fritte.

In effetti, in ambito Europeo, il settore di produzione delle fritte è stato inserito nell'ambito delle sostanze di cui al punto 3.4 del sopra citato Allegato I del D. Lgs. 372/99 e quindi all'interno dell'industria del vetro.

Tale interpretazione è stata implementata all'interno del BREF (Bat Reference Document) sull'industria del vetro pubblicato nel dicembre del 2001. In tale documento le fritte occupano per ogni capitolo di riferimento una sezione specifica e distinta. In effetti le fritte non possono essere assimilate al vetro sia per tipologia produttiva sia per lo sbocco finale del prodotto che è l'industria ceramica. L'obiettivo non è quello di fabbricare un prodotto tecnologico specifico ma un solvente/fondente per materie prime per l'applicazione ceramica. Le problematiche produttive e relative ai settori salute, sicurezza e ambiente sono più coerenti con quelle dell'industria chimica alla quale il settore in termini di rappresentanza industriale appartiene.

L'obiettivo del presente documento dedicato alla produzione delle fritte, è quello di facilitare l'individuazione e l'interpretazione delle attività e degli strumenti normativi introdotti dalla Direttiva Comunitaria 96/61/CE del Consiglio del 24 settembre 1996, riguardante la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento

Le indicazioni riportate sono state concordate in linea con la direttiva IPPC, promuovendo un approccio integrato alla valutazione dell'inquinamento partendo dal BREF di riferimento per le BAT redatto in ambito Comunitario

B. IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DEL SETTORE

La normativa ambientale di riferimento può essere suddivisa nelle seguenti categorie:

- Tutela qualità delle acque
- Emissioni in atmosfera
- Residui
- IPPC

e può essere così riassunta:

TUTELA QUALITÀ DELLE ACQUE	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Decreto legislativo n. 152 Dell'11 maggio 1999 (G.U. n. 246 del 20 ottobre 2000 - Supplemento Ordinario n. 172)	"Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, recante: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258"
Decreto legislativo n. 258 Del 18 agosto 2000 (G.U. n. 218 del 18 settembre 2000 – Supplemento ordinario n. 153)	"Disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128"
Decreto 12 giugno 2003, n. 185	Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue

EMISSIONI IN ATMOSFERA	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Decreto del Presidente della Repubblica n. 203 del 24 maggio 1988.	"Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183."
Decreto Ministeriale n. 60 del 2 aprile 2002	"Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio"
Decreto Ministeriale del 12 luglio 1990.	"Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione"
Decreto del Ministero dell'Ambiente 1° ottobre 2002, n. 261	Direttive tecniche per la valutazione della qualità dell'aria ambiente - elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del Dlgs 351/1999

RIFIUTI	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Decreto legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997 G.U. n. 38 del 15 febbraio 1997 - Supplemento Ordinario n. 33	"Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio"
Dpcm 24 dicembre 2002	Approvazione del nuovo modello unico di dichiarazione ambientale per l'anno 2003 - Testo vigente
Decisione 2002/909/Ce	Approvazione norme italiane sul recupero agevolato dei rifiuti pericolosi - Dm 161/2002
Decisione 2000/532/CE	nuovo CER - Catalogo Europeo dei Rifiuti - Testo vigente
Decisione 2001/573/CE	modifica elenco rifiuti contenuto nella decisione 2000/532/CE

RUMORE	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Legge 447/95	Legge quadro sull'inquinamento acustico
Dpcm 14/11/1997	Limiti massimi di emissioni acustiche
Dpcm 1/3/1991	Limiti massimi di accettabilità
DM 11/12/1996	Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo continuo

IPPC	
Riferimento normativo	*Oggetto*
Direttiva 96/61/CE (Modificata dalle direttive 2003/35/CE e 2003/87/CE e recepita dal D.Lgs 59/05)	Prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento
Decreto legislativo n. 59 del 18 febbraio 2005 G.U. n. 93 del 22 aprile 2005	Attuazione integrale della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento
Decreto Min. 19 novembre 2002	Ippc - istituzione della commissione di esperti ex Dlgs 372/1999
Decreto Min. 26 aprile 2002 modifiche al Dm 23 novembre 2001	comunicazione 'Ippc' - differimento di termini
Decreto Min. 23 novembre 2001 'IPPC'	Dati, formato e modalità comunicazione

Come si evince dalle tabelle sopra riportate non esiste una normativa specifica di settore, ma, vista l'affinità, le norme sono principalmente quelle di riferimento del settore chimico. A conferma di ciò nel DM 12/07/90, nel quale sono riportati alcuni esempi di forni fusori per l'industria del vetro, non vi sono riferimenti specifici a quelli delle fritte

C. RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLA SPECIFICITÀ DEL TESSUTO INDUSTRIALE NAZIONALE

Le informazioni e le tabelle presentate nelle pagine che seguono sono state realizzate utilizzando i dati forniti da Federchimica-Ceramicolor, Associazione Nazionale colorifici ceramici e produttori di ossidi metallici, in rappresentanza dei settori merceologici relativi alle fritte, smalti, coloranti e ausiliari per ceramica, pigmenti inorganici e ossidi metallici. Tali informazioni sono state inoltre integrate attraverso altri canali di indagine.

I dati reperiti sono stati organizzati in modo da fornire informazioni relative alle aziende produttrici in Italia, al numero di unità produttive che fabbricano le fritte, alla distribuzione territoriale di tali unità ed alla loro produzione annuale.

Appare più difficile stabilire con precisione il numero degli addetti in quanto le aziende riportate non sono produttori solo di fritte ma anche di altre tipologie di prodotti. Una stima è comunque riportata.

C.1 Dati sulla produzione

Il settore delle fritte, anche se in questo contesto ricade nell'ambito del vetro, si associa principalmente al mondo della ceramica. La maggior parte della produzione di fritte infatti viene utilizzata quale ingrediente principale per la fabbricazione degli smalti e dei colori per piastrelle ed altri prodotti ceramici. Le fritte, applicate su un adeguato supporto e portate a temperature elevate (800–1300 °C), permettono la creazione di una superficie resistente alle azioni chimiche e fisiche sul supporto ceramico.

Le fritte possono essere immesse sul mercato tal quali oppure, possono essere miscelate e macinate con altre fritte, materiali di cava e pigmenti inorganici, per la produzione di smalti e colori per ceramica.

Una parte meno rilevante di tale produzione è comunque anche utilizzata per la fabbricazione dello smalto porcellanato utilizzato per la smaltatura dei metalli (forni, frigoriferi, ecc).

Nell'Unione Europea, oltre che in Italia, le fritte vengono prodotte in quantitativi significativi anche in Spagna e possono comunque essere considerate un prodotto ormai maturo, con un relativo valore aggiunto.

La produzione non può sicuramente essere considerata consistente specialmente se confrontata con il settore del vetro.

Il settore delle fritte è quindi intimamente legato al mercato della piastrella. Le aziende produttrici italiane e spagnole vendono la maggior parte della propria produzione in questi due mercati di riferimento.

La produzione italiana totale è stimata tra le 120.000 e le 140.000 tonnellate/anno. A questa dovrebbe essere aggiunta una quantità, sicuramente non rilevante, prodotta direttamente all'interno di aziende ceramiche.

Tale valore si riferisce, in linea con quanto definito a livello legislativo, alla sola fusione di fritte e non ad altri processi produttivi finalizzati all'applicazione finale. In effetti numerose sono le aziende che in Italia provvedono in autonomia alla miscelazione e macinazione di prodotti acquistati da terzi.

C.2 *Indicazioni della distribuzione territoriale degli impianti*

Le aziende produttrici di fritte sono riportate nella seguente tabella.

Azienda	*Numero unità*	*Località*
A.S.	1	Via Statale 62 - 42013 Casalgrande (RE)
COLOROBBIA ITALIA S.p.a.	2	Via Pietramarina 19/21 – 50053 Sovigliana Vinci (FI) Via Bucciardi 35 - 41042 Fiorano Modenese (MO)
COLORVEGGIA REIRE S.r.l.	1	Via Radici in Monte 63 - 41010 Veggia di Casalgrande (RE)
COVER S.r.l.	1	Via di Sibolla 38 Località Corbaia - 55011 Altopascio (LU)
ESMALGLASS S.p.a.	1	Via Riosecco 12 Località Canfora - 84084 Fisciano (SA)
PEMCO EMAILS Srl	1	Via delle Industrie 9 - 24040 Filago (BG)
SMALTICERAM UNICER Spa	1	Via della Repubblica 10/12 - 42010 Roteglia (RE)
SICER Srl	1	Via Molino Vigne 1 47825, Torriana (RN)

C.3 *Numero del personale impiegato*

Come sopra riportato il numero del personale è difficilmente calcolabile in quanto le aziende producono anche altre tipologie di prodotti non coinvolti in queste linee guida. Una stima ragionevole attuale indica in 100/150 persone quelle direttamente connesse al ciclo produttivo

C.4 *Dati macroeconomici*

Il fatturato del settore è stimabile in 60-80 milioni di Euro compresa la miscelazione di prodotti.

C.5 *Impatto ambientale del settore*

L'impatto ambientale relativo alla produzione delle fritte è quello descritto al successivo punto D – figura 1.

La produzione delle fritte, come anche quella del vetro, è caratterizzata da un elevato consumo energetico mentre le principali emissioni riguardano quelle atmosferiche.

Eventuali impieghi delle fritte per ottenere prodotti diversi sono esclusi dagli scopi delle seguenti linee guida perché non rientrano nel punto 3.4 dell'Allegato I delle legge 372/1999. La stesse considerazioni valgono anche per altri semilavorati.

Energia

I consumi di energia elettrica si riferiscono alla fase di miscelazione, ai sistemi di controllo, trasporto pneumatico, e agli impianti di abbattimento quindi alla sola parte di automazione del processo (incluso trasporto e imballaggio). Per quanto concerne l'energia elettrica utilizzata si stima un consumo di 0,05-0,1 tep/tonnellata prodotto.

La parte preponderante si riferisce al consumi di combustibili di origine fossile utilizzati per alimentare, ad elevata temperatura, i forni per la fusione delle materie prime in modo da ottenere un sostanza vetrificata a composizione variabile, praticamente insolubile, da utilizzarsi nell'applicazione ceramica.

Il combustibile attualmente utilizzato è il metano. La combustione è del tipo metano/ossigeno e metano /aria. I forni sono progettati in modo da permettere un adeguato apporto di aria falsa dall'esterno in quanto il processo produttivo richiede un'alta concentrazione di aria.

Attualmente nell'80% circa dei forni la combustione è del tipo metano + ossigeno, con percentuali variabili nei rapporti di combustione. Per il restante 20% la combustione è del tipo metano + aria.

I consumi totali di gas naturale stimati sono circa 27.000 tep/anno

Utilizzo di acqua

L'acqua è di fondamentale importanza per il processo di produzione delle fritte in quanto viene utilizzata per il raffreddamento del materiale fuso in uscita dal forno. Tale operazione provoca una repentina solidificazione del fluido in colata a seguito della quale vi è la formazione di granuli /scaglie che vengono man mano raccolti in appositi contenitori per le successive trasformazioni.

Le aziende adottano prevalentemente sistemi con riutilizzo dell'acqua di raffreddamento, parte della quale viene chiaramente persa per evaporazione. E' quindi previsto un reintegro. La maggior parte delle aziende utilizza per tale operazione acqua di pozzo. Un'ulteriore quantità viene persa quando, ciclicamente, si procede alla pulizia del sistema di ricircolo (impianto di distribuzione e vasche di accumulo).

Una seconda tipologia di raffreddamento è quella effettuata attraverso laminazione con rulli di raffreddamento. La colata viene laminata in rulli raffreddati al proprio interno con acqua. In questo caso non vi è contatto diretto con il prodotto finito.

La valutazione precisa dei quantitativi di acqua utilizzati non è facilmente calcolabile in quanto dipende da vari fattori. Un ulteriore approfondimento della problematica è riportato al capitolo E2.

Materie prime

La percentuale e la caratterizzazione delle materie prime utilizzate per la produzione delle fritte dipende dalla tipologia produttiva e dalla composizione del prodotto finale. Mediamente si può fare riferimento alla tabella 3.31 di pagina 113 del BREF sul vetro, nel quale si riporta la distribuzione percentuale dell'utilizzo di materie prime in funzione della tipologia produttiva.

TIPO DI FRITTA	MATERIA PRIMA	Percentuale (%)
Fritte opacizzate	Composti dello zirconio	7.7
	Feldspato	26.8
	Quarzo	25.9
	Acido borico	6.8
	Ossido di zinco	8.4
	Dolomiti	8.4
	Carbonato di calcio	13.4
	Nitrato di potassio	2.6
Fritte trasparenti	Borace	19.1
	Quarzo	42
	Nitrato di sodio	7.8
	Fluosilicato di sodio	1.2
	Fluosilicato di potassio	7.8
	Fosfato di sodio	3.2
	Ossido di titanio	18.9
Fritte basso fondenti	Minio	50
	Quarzo	19.8
	Ossido di zinco	15.1
	Acido borico	15.1

Emissioni atmosferiche

Il processo di fusione delle materie prime nei forni attraverso l'uso di combustibili di origine fossile genera, in funzione del tipo di fritta, emissioni atmosferiche comportanti la presenza di diverse sostanze, sia sotto forma di gas che di particelle solide.
In particolare, la fusione ad elevate temperature genera, oltre ad emissioni legate alla decomposizione delle materie prime, anche emissioni legate al sistema di combustione, tra cui possono individuarsi gli ossidi di azoto.

I principali indicatori, e le quantità emesse a valle degli impianti di abbattimento del settore sono le seguenti:

Indicatori	Quantità misurate		Conclusioni del BREF
	(ton/anno)	Kg/ton prodotto	Kg/ton prodotto
Polveri totali	9-10	0,064-0,083	< 0,1
Silice libera cristallina	2-3	0,014-0,025	Non riportato
Ossidi di azoto (NO_x)	500-600	3,57-5	0,5-1,5
Fluoruri (F-)	3,5 - 4	Non disponibile (*)	Non riportato
Metalli	0,9 - 1	0,006-0,0083	Non riportato

(*) Il dato non è disponibile in quanto non tutta la produzione di fritte contiene materie prime a base di fluoro ed i fumi di più forni di produzione sono convogliati ad un unico punto di emissione.

La formazione di CO_2 e di altri gas è principalmente legata alla decomposizione dei carbonati (graniglie, rocce calcaree e dolomite). Nei fumi possono anche essere presenti boro, e metalli pesanti, derivanti dalle materie prime impiegate.

La composizione della fritta incide notevolmente sulla composizione dell'emissione (fumi e particolato). La tipologia dei forni da fritta (con presenza di notevoli quantità di aria falsa) incide notevolmente sulla formazione di ossidi di azoto. In parte, gli ossidi di azoto derivano dalla combustione e da eventuale presenza di materiali azotati nelle materie prime.

Analogamente, la concentrazione dell'ossigeno è influenzata sia dal dosaggio dell'eventuale ossigeno utilizzato per la combustione che dalla quantità di aria falsa necessaria al funzionamento del forno che deve operare in leggera depressione, nonchè dalla quantità di aria immessa nell'impianto di abbattimento durante la fase di iniezione del reagente alcalino.

Scarichi idrici

I quantitativi di acqua scaricata in pubblica fognatura e in acque superficiali non sono rilevanti in quanto, come sopra riportato, nel processo si attua prevalentemente il riutilizzo delle acque. Periodicamente, per non incidere sulla qualità della fritta, è necessario procedere ad una sostituzione dell'acqua di accumulo utilizzata per il riciclo. Detta acqua deve essere inviata ad un impianto di depurazione chimico-fisica o prelevata come rifiuto liquido e trasportata ad un impianto autorizzato al trattamento e/o al riutilizzo. Normalmente è prevista quest'ultima destinazione finale, in particolare le acque in questione vengono impiegate per la bagnatura degli impasti ceramici.

Rifiuti

La quantità di rifiuti prodotti è molto modesta anche se qualitativamente molto diversificata. I principali rifiuti derivanti dall'attività e i relativi quantitativi sono:

Codice CER	Descrizione	Quantità (ton/anno) (anno 2002)
06.04.05	Rifiuti contenenti altri metalli pesanti	*270,78*
08.02.02	Fanghi acquosi contenenti materiali ceramici	*1418,05*
08.02.03	Sospensioni acquose contenenti materiali ceramici	*45,98*
10.01.19	Rifiuti prodotti dalla depurazione dei fumi	*2,36*
10.12.10	Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi	*107,28*
15.01.01	Imballaggi di carta e cartone	*97,75*
15.01.02	Imballaggi di plastica	*104,449*
15.01.03	Imballaggi in legno	*121,56*
15.01.04	Imballaggi in metallo	*13,706*
15.01.06	Imballaggi in materiali misti	*516,795*
15.02.02	Assorbenti, materiali filtranti (inclusi filtri dell'olio non specificati altrimenti) contaminati da sostanze pericolose	*0,96*
16.11.06	Rivestimenti e materiali refrattari provenienti da lavorazioni non metallurgiche	*564,335*
17.04.05	Ferro e acciaio	*55,45*
	TOTALE	*3319,455*

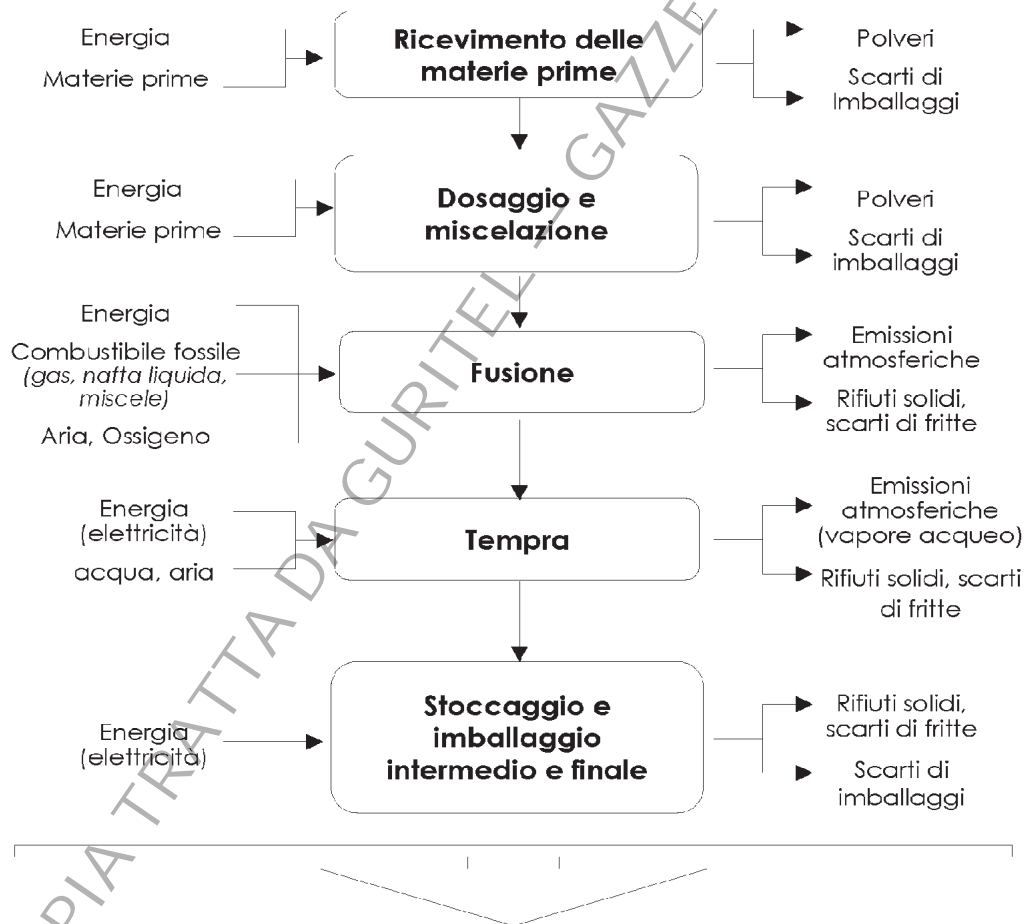
Di questi si stima che ne vengano recuperati circa 1000 tonnellate/anno. E' comunque necessario sottolineare che in alcuni casi appare estremamente complesso discriminare tra la produzione di rifiuti derivanti dalle fritte o da altre produzioni che avvengono nello stesso sito industriale.

Per le motivazioni di cui sopra i valori riportati sono una stima di settore che può comunque considerarsi attendibile.

D. DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Le tecnologie utilizzate nei processi di produzione delle fritte possono essere a tutti gli effetti considerate da tempo mature. Tutti gli impianti italiani utilizzano le medesime tecnologie per cui le due figure seguenti possono essere considerate rappresentative della realtà attuale in termini di processi produttivi. Il diagramma di flusso riportato in figura 1 illustra in modo sintetico il processo produttivo.

Le materie prime possono essere di origine naturale o sintetica e si identificano principalmente nelle seguenti famiglie di prodotti (lista non esaustiva): ossidi metallici e di non metalli, silicati, borati, carbonati, silicati di alluminio, ecc. Esse vengono stoccate principalmente in silos; in funzione della tipologia di prodotto e della dimensione aziendale esse possono essere stoccate anche in "big bags". Tali sostanze vengono trasportate attraverso sistemi meccanici o pneumatici fino all'area in cui avviene la pesatura e la miscelazione.

Questa operazione può esser svolta sia in modo automatico sia manuale da un addetto dedicato che ha il compito di preparare un miscuglio chimicamente e fisicamente uniforme da inviare ai forni fusori. Questi possono essere di tipo "a bacino" e "rotativo", da scegliersi in base alle quantità da produrre e alla formulazione.

SMALTI CERAMICI; COMPOSTI, VETRO E SMALTO PORCELLANATO

I forni da fritta sono sostanzialmente differenti da quelli del vetro in quanto in questi ultimi si deve porre particolare attenzione all'eliminazione dei residui e delle bolle allo scopo di ottenere un vetro perfettamente limpido. Per le fritte queste caratteristiche non rivestono particolare importanza in quanto si privilegiano le condizioni di fusione, che devono essere costanti, così come le materie prime, allo scopo di ottenere un prodotto omogeneo e uguale a se stesso. Una ulteriore differenza è relativa al fatto che i forni da fritta devono operare in leggera depressione, con relativa immissione di aria falsa nel sistema, in modo da evitare re-immissioni di fumi di combustione e fusione nell'ambiente di lavoro.

Nei forni continui (a bacino) le materie prime vengono inserite attraverso un alimentatore a vite fino a formare una pila all'inizio del forno. I bruciatori, alloggiati ai lati, permettono di mantenere temperature di lavoro costanti e una appropriata stabilità. I forni più piccoli possono funzionare con un bruciatore singolo. Durante la fusione si forma uno strato di materia allo stato fluido che fuoriesce dalla parte opposta a quella del caricamento. La fritta allo stato fuso deve essere raffreddata repentinamente con acqua, mediante getto diretto sulla colata in modo da formare granuli o mediante passaggio su rulli raffreddati con acqua corrente all'interno in modo da formare un prodotto a scaglie (laminato).

Il forno è costituito da una base (suola), che può avere una superficie variabile tra i 5 e i 15 m^2, ed ha una altezza che può raggiungere 1,5/1,6 metri. I bruciatori possono essere in numero variabile in funzione delle dimensioni del forno medesimo (di solito tra 1 e 4).
Per ridurre al massimo gli inquinanti atmosferici che si formano durante la combustione/fusione, le emissioni devono essere convogliate a impianti di abbattimento. La tendenza è quella di dotare ogni forno di un proprio sistema di abbattimento, anche se permangono situazioni di impianto centralizzato a cui sono convogliate diverse sorgenti emissive.

Come sopra riportato, l'aria falsa entra principalmente dalle diverse fessure / aperture presenti sulla struttura (per alloggio bruciatori, bocca di colata, ecc.). La formazione degli ossidi di azoto avviene in fase di fusione. L'aria che entra nel forno, alla temperatura di oltre 1000°, provoca la formazione di NOx.

E' importante sottolineare che spesso a valle del forno sono presenti scambiatori di calore che hanno lo scopo di ridurre la temperatura del flusso gassoso in uscita in modo da salvaguardare l'impianto di abbattimento (tessuto/non tessuto di filtrazione).

I forni discontinui (rotativi) hanno forma cilindrica e sono rivestiti internamente in materiale refrattario (pigiata). Sono montati su un supporto che ne permette la rotazione. Tali forni sono spesso dedicati alla produzione di fritte speciali o in quantitativi limitati. Le materie prime vengono caricate dall'alto tramite specifica tramoggia.

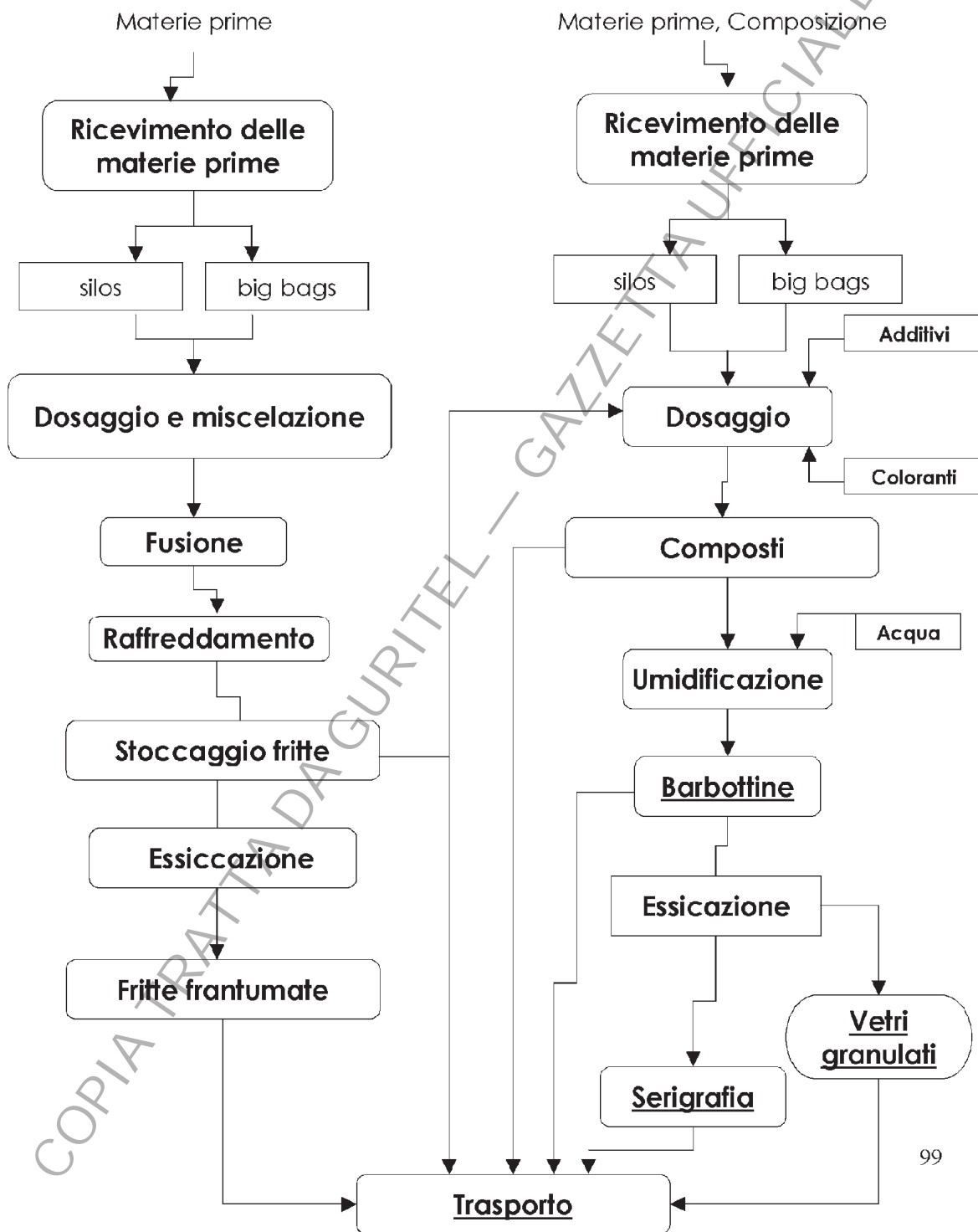
Le temperature di lavoro variano da un minimo di 800-900°C ad un massimo di 1300-1500°C. Il prodotto può essere venduto tal quale o macinato in appositi mulini e miscelato con altri prodotti quali coloranti, opacizzanti, argille ed altro per ottenere smalti e colori ceramici. A volte il prodotto viene ulteriormente asciugato.

La capacità produttiva può essere così stimata:

Forni a bacino = 300 - 1300 kg/h

Forni rotativi = 150 kg/h (riferiti a un volume interno di 3 m³ ≈ Kg 4000/giorno di miscuglio)

I sistemi di abbattimento consistono in filtri a maniche in tessuto/non tessuto con sistema di iniezione di polvere alcalina (calce idrata o bicarbonato di sodio) per l'abbattimento dei fluoruri. In figura 2 viene definito in modo più approfondito il processo di produzione su alcune categorie specifiche di prodotti.

99

E. DESCRIZIONI DELLE ANALISI ELABORATE IN AMBITO COMUNITARIO PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE BAT, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO, OVE DISPONIBILI, ALLE CONCLUSIONI DEI BREF

Alcune delle principali considerazioni relative al BREF comunitario vengono di seguito riportate. Nei seguenti capitoli si procederà a fornire una indicazione generale specifica per ogni indicatore preso in considerazione, attraverso dei range che identificano le performance previste per il settore.

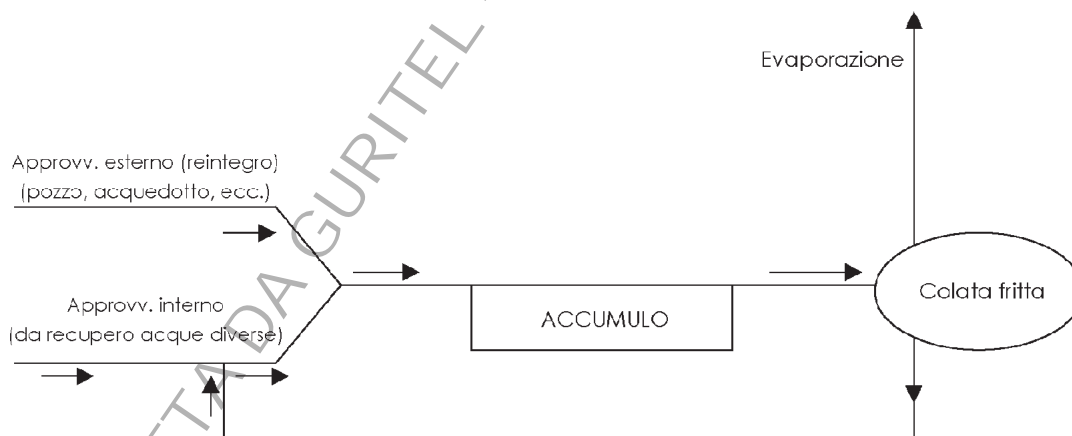
E.1 Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per lo specifico settore

Il significato di BAT – Best Available Technique – è definito nell'art. 2 della Direttiva IPPC e dall'art. 2 comma (o) del D.Lgs. 59/05.

Nelle presenti linee guida vengono considerate quelle tecnologie in grado di minimizzare le emissioni o la produzione di rifiuti, in modo da avere sull'ambiente il minor impatto possibile.

E.2 Aspetti ambientali: consumi (energetici, idrici, di materie prime)

Come riportato nei capitoli precedenti il settore è un forte consumatore di energia: si stima che i consumi specifici di energia siano ≈ 0,2 – 0,3 Nm³ metano/ kg fritta.

Per quanto concerne i consumi idrici, di seguito si forniscono alcune indicazioni sui sistemi di raffreddamento a "granulazione".

Il processo produttivo "per granulazione" prevede l'impiego di acqua per il raffreddamento della fritta fluida che esce dalla bocca di colata del forno, tramite getto diretto sul fluido. Una parte dell'acqua evapora e una parte viene re-immessa nell'impianto di riciclo delle acque. Il flusso sopra raffigurato è quello abitualmente adottato dalle industrie del settore, e consente di poter re-impiegare acque depurate provenienti da eventuali altre lavorazioni, destinandole alla lavorazione delle fritte piuttosto che essere smaltite come acque di scarico* o come rifiuto.

I reali consumi di acqua si riferiscono quindi esclusivamente alle necessità di reintegro da fonti esterne al ciclo produttivo adottato nell'intero insediamento.

Così, nel caso di stabilimento monoproduttivo di sole fritte, la necessità di reintegro sarà piuttosto elevata e corrisponderà alla quantità che evapora nella fase di raffreddamento.

Si può stimare che le quantità di acqua evaporate siano di circa 0,6 – 0,7 m^3 / ton fritta.

Nel caso invece di stabilimento poli-produttivo (fritte, pigmenti inorganici di base, coloranti ceramici, smalti e colori) la necessità di reintegro con acque pubbliche sarà legata alle quantità di acque depurate, provenienti dagli altri cicli produttivi. Si può anche arrivare alla situazione in cui la necessità di reintegro è totalmente coperta da acque di recupero interne e non vi è approvvigionamento da acque pubbliche.

(* = Situazione che si riferisce al processo di raffreddamento per granulazione delle fritte perché da questo derivano acque inquinate da boro Per questo elemento non esiste un sistema tecnologicamente adattabile al processo produttivo dei colorifici ceramici che, complessivamente, prevede grandi consumi di acqua, mentre l'unico sistema ad oggi individuato - con resine a scambio ionico – è adatto solo per la depurazione di modesti quantitativi d'acqua).

Il consumo specifico di acqua è quindi alquanto variabile fra impianto ed impianto, essendo direttamente connesso al sistema di raffreddamento della colata adottato (a getto diretto sulla colata o con flusso d'acqua interno al cilindro di laminazione). E' altresì legato alla presenza di un sistema di ricircolo e alla sua completa o parziale operatività.

E.3 Aspetti ambientali: emissioni (in atmosfera, negli scarichi idrici, termiche, sonore, da vibrazione)

Le emissioni per il settore di produzione delle fritte sono solo in parte strettamente correlate alla tipologia di prodotto.

Per quanto concerne i principali indicatori in di emissione in atmosfera si stimano le seguenti concentrazioni (con un tenore di ossigeno variabile tra il 15 e il 18%):

Emissioni in atmosfera	**Conclusioni Bref**	**Concentrazioni misurate**
	Concentrazioni (mg/Nm³)	**Concentrazioni (mg/Nm³)**
Polveri	5-30	5-10
NO_x	500-700	500 – 1500 (*)
Ossido di zolfo (SO_2)	500 - 1000	Non significativi (**)
Cloruri (HCl)	< 10	< 10
Fluoruri (HF)	< 5	< 5
Metalli (classe 1 + 2) ***	< 5	< 5
Metalli (classe 1) ***	< 1	< 1

(*) *Si sottolinea che per prodotti che contengono nitrati le concentrazioni misurate possono essere sensibilmente più elevate.*
(**) *Tutti i forni di produzione utilizzano metano come combustibile.*
(***) *Le classi dei metalli sono quelle di cui alla tabella 5.2 del Documento di Riferimento Europeo BREF. Le concentrazioni sono quelle riportate al punto 5.10.4 dello stesso documento.*

Per le emissioni in acqua si stima:

Emissioni in acqua	**Conclusioni BREF**	**Concentrazioni misurate**
	Concentrazioni (mg/l)	**Concentrazioni (mg/l)**
Solidi sospesi	< 30	< 30
Solfati	< 1000	< 1000
Fluoruri	15 - 25	15 - 25
Antimonio	< 0,3	< 0,3
Bario	< 3	< 3
Cadmio	< 0,05	< 0,05
Cromo	< 0,5	< 0,5
Rame	< 0,5	< 0,5
Piombo	< 0,5	< 0,5
Nickel	< 0,5	< 0,5
Stagno	< 0,5	< 0,5
Zinco	< 0,5	< 0,5
Boro	2-4	2-4
PH	6.5 – 9	6.5 - 9

Rifiuti

Codice CER	Descrizione	kg rifiuto /ton prodotto
06.04.05	Rifiuti contenenti altri metalli pesanti	1,9341-2,2565
08.02.02	Fanghi acquosi contenenti materiali ceramici	10,1289 -11,8171
08.02.03	Sospensioni acquose contenenti materiali ceramici	0,3284 - 0,3832
10.01.19	Rifiuti prodotti dalla depurazione dei fumi	0,0169 - 0,0197
10.12.10	Rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi	0,7663- 0,8940
15.01.01	Imballaggi di carta e cartone	0,6982 - 0,8146
15.01.02	Imballaggi di plastica	0,7461 - 0,8704
15.01.03	Imballaggi in legno	0,8683 - 1,0130
15.01.04	Imballaggi in metallo	0,0979 - 0,1142
15.01.06	Imballaggi in materiali misti	3,6914 - 4,3066
15.02.02	Assorbenti, materiali filtranti (inclusi filtri dell'olio non specificati altrimenti) contaminati da sostanze pericolose	0,0069 - 0,0080
16.11.06	Rivestimenti e materiali refrattari provenienti da lavorazioni non metallurgiche	4,0310 - 4,7028
17.04.05	Ferro e acciaio	0,3961 - 0,4621

F. APPROFONDIMENTO, OVE NECESSARIO, DELLE TECNICHE ANALIZZATE NEI BREF COMUNITARI E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONE DELLE DIVERSE TECNICHE

Le migliori tecniche disponibili (BAT) analizzate nel documento di riferimento europeo BREF rappresentano le soluzioni che le aziende del settore hanno a disposizione per il controllo e la riduzione degli inquinanti. Tuttavia, tali tecnologie solo in parte possono essere applicate alle aziende produttrici di fritte, in quanto la loro dimensione e la capacità produttiva sono particolarmente ridotte.

F.1 BAT per la riduzione delle polveri totali

L'identificazione della filtrazione quale BAT per il settore è giustificata.

I livelli di prestazione dei sistemi di filtrazione variano in funzione del tipo di filtro impiegato

Filtro a maniche

I valori di concentrazione raggiungibili con l'applicazione dei filtri a maniche sono generalmente compresi tra 5 e 30 mg/Nm^3

Filtro elettrostatico

I valori di concentrazione raggiungibili con l'applicazione dei filtri elettrostatici variano in funzione del numero di campi che compongono il filtro e sono, generalmente, compresi tra 20 e 50 mg/Nm^3. Normalmente questa tecnologia non viene applicata al settore in quanto i volumi dei fumi da trattare sono molto ridotti rispetto alla soglia minima di validità tecnico-economica di questa tecnologia.

F.2 BAT per la riduzione delle emissioni di Ossidi di Azoto (NOx)

Le BAT individuate dal documento di riferimento europeo BREF rappresentano tutte le possibili azioni per limitare la formazione o ridurre le emissioni degli NOx dai forni per la produzione di vetro. Tuttavia, la loro applicazione al ciclo di produzione delle fritte presenta notevoli limitazioni a causa delle dimensioni molto ridotte delle aziende produttrici e, conseguentemente, dei volumi di fumi da trattare.

Va inoltre considerato che, per certi tipi di fritta, è spesso necessario utilizzare nitrati di sodio e/o potassio, con conseguente emissione di NOx dovuta alla decomposizione delle materie prime e concentrazioni nei fumi significativamente più elevate.

La soluzione tecnologica di possibile utilizzo da parte delle aziende produttrici di fritte consiste nell'ossicombustione, già applicata a circa l'80 % della produzione nazionale

F.3 BAT per la riduzione delle emissioni di fluoruri (espressi come HF)

Interventi

Gli interventi primari per la riduzione degli inquinanti gassosi possono portare a riduzioni sostanziali delle concentrazioni di HF.

Tuttavia, la necessità di impiegare determinate sostanze nella formulazione della miscela vetrificabile , rende spesso necessario un trattamento fumi con reagente alcalino per la rimozione degli inquinanti gassosi.

Tale trattamento, in particolare mediante l'impiego di idrossido di calcio è normalmente adottato dal settore per la riduzione degli inquinanti gassosi.

La scelta del tipo di reagente richiede una valutazione attenta dei seguenti aspetti:

- Concentrazione dell'inquinante gassoso da rimuovere (fluoruri, espressi come HF);
- Rapporto stechiometrico necessario per una buona efficienza di rimozione, con conseguente produzione di quantità significative di polveri da filtrare;
- Possibili reazioni di "passivazione" del reagente alcalino da parte di sostanze presenti nei fumi (es. composti del boro);
- Possibilità di riutilizzare le polveri filtrate nella miscela vetrificabile, Necessità di ottimizzare la quantità di polvere prodotta dal sistema, da destinare al riciclo al forno fusorio, con la quantità di inquinanti gassosi da rimuovere. Infatti, una sovrapproduzione di polvere comporterebbe la necessità di conferirne in discarica grandi quantità.

I reagenti più utilizzati sono il carbonato di calcio $CaCO_3$, l'idrossido di calcio $Ca(OH)_2$ e il bicarbonato di sodio $NaHCO_3$. Ciascun reagente presenta un'efficienza di rimozione diversa nei confronti degli inquinanti gassosi; ad esempio, il bicarbonato di sodio ha una scarsa capacità di rimozione dei fluoruri gassosi.

Un riassunto delle prestazioni di ciascun reagente è riportato nella seguente tabella:

Reagente/condizione di impiego	**HF**
$Ca(OH)_2$ a 400 °C	95 %
$Ca(OH)_2$ a 200-280 °C	95 %
$Ca(OH)_2$ a 130-240 °C	95 %
$CaCO_3$ a secco 100-400 °C	95 %

* Si evidenzia che il raggiungimento di tali livelli di efficienza comporta, in molti casi, l'aumento del quantitativo di prodotti di reazione, superiore alle possibilità di riutilizzo, con conseguente necessità di conferimento in discarica.

G. IDENTIFICAZIONE DI EVENTUALI TECNICHE ALTERNATIVE E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONE DI TALI TECNICHE

Come sopra riportato, il settore può essere a tutti gli effetti considerato maturo, non esistono pertanto tecniche alternative.
La maggior parte dei processi produttivi del settore è stata sviluppata da lungo tempo ed, ovviamente adattata nel corso degli anni, con particolare attenzione agli aspetti ambientali e di salvaguardia della salute dei lavoratori Alcune delle soluzione tecniche presentate dal BREF implicherebbero variazioni sostanziali nella qualità del prodotto finito. Ogni azienda possiede uno specifico know-how che viene adattato alla necessità produttive. La modifica delle tecnologie di fabbricazione porterebbe all'ottenimento di prodotti con qualità sostanzialmente differenti.

H. DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN ITALIA

Il problema principale osservato dal settore riguarda le emissioni di NOx. Infatti, le concentrazioni riscontrate sugli impianti produttivi nazionali presentano valori mediamente superiori a quelli indicati nel BREF, sia in termini di concentrazione che come fattore di emissione. Si ritiene che ciò sia dovuto principalmente al fatto che, diversamente dall'industria del vetro, per il settore di produzione della fritta non è stato considerato il contributo alle emissioni dovuto alla presenza di nitrati nella miscela vetrificabile che, nel caso delle aziende italiane può rappresentare un'aliquota non trascurabile del totale. D'altra parte, le tecnologie di tipo secondario disponibili per l'industria vetraria non sono applicabili al settore delle fritte in quanto tecnicamente ed economicamente non sostenibili. Come già illustrato, l'ossicombustione rappresenta allo stato attuale la migliore tecnologia applicabile al settore per la riduzione delle emissioni di NOx.

I. ANALISI DELL'APPLICABILITÀ AD IMPIANTI ESISTENTI DELLE TECNICHE DI PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO ELENCATE NEL PUNTO PRECEDENTE, ANCHE CON RIFERIMENTO AI TEMPI DI ATTUAZIONE

Con riferimento alle principali tecniche disponibili,nella seguente tabella vengono elencati i principali vantaggi e svantaggi del loro utilizzo:

Abbattimento delle polveri

Tecnologia	Applicabilità	Vantaggi	Svantaggi
Interventi primari			
Modifica materie prime	Praticamente non applicabile al settore fritte		- Efficienza di riduzione limitata. - Può comportare notevoli variazioni nella qualità del prodotto finito
Forno elettrico	Non è più utilizzato		Ridotta flessibilità del forno e durata limitata. Consumo di energia elettrica con emissioni indirette.
Interventi secondari			
Filtro elettrostatico	Adatto per volumi fumi elevati e pertanto difficilmente applicabile al settore	Basse perdite di carico Può operare a temperature relativamente elevate.	Bassa efficienza Produzione rifiuti solidi
Filtro a maniche	Abitualmente applicato	Elevata efficienza di abbattimento	Necessità di raffreddare i fumi. Alte pe rdite di carico, con consumo di energia elettrica. Emissioni indirette. Produzione di rifiuti solidi.

Fluoruri gassosi (espressi come HF)

Tecnologia	Applicabilità	Vantaggi	Svantaggi
Interventi secondari			
Trattamento fumi con reagente alcalino	Solo accoppiato ad un sistema di filtrazione delle polveri	In alcuni casi è possibile il riutilizzo delle polveri in sostituzione di una materia prima	Elevata produzione di polveri (rifiuti solidi).

Ossidi di Azoto (NOx)

Tecnologia	Applicabilità	Vantaggi	Svantaggi
Interventi primarii			
Ossicombustione	Applicabile ai forni per fritte	Risparmio energetico e riduzione dell'impatto ambientale	Non agisce su NOx da nitrati. Costo dell'ossigeno

Applicazione delle BAT agli impianti esistenti

In Italia tutti gli impianti per la produzione di fritte hanno già adottato sistemi di controllo delle emissioni, rispondenti alle definizioni di BAT secondo la direttiva europea 96/61/CE. In particolare, hanno già applicato le migliori tecniche per la riduzione delle emissioni di polveri totali,e, contemporaneamente hanno provveduto ad utilizzare sistemi per la riduzione delle emissioni di fluoruri.

Fluoruri gassosi (espressi come HF)

Normalmente, l'applicazione delle migliori tecniche per la riduzione delle emissioni di HF viene effettuata congiuntamente alla scelta ed all'installazione del filtro per la riduzione delle emissioni di polveri. Infatti, l'aggiunta di reagenti alcalini per la rimozione degli inquinanti gassosi comporta un sensibile aumento delle concentrazioni di polveri totali nei fumi, con conseguente necessità di utilizzare un sistema di filtrazione per la loro rimozione.

Ossidi di azoto (NOx)

Un numero consistente di aziende ha adottato l'ossicombustione quale tecnica per la riduzione delle emissioni di NOx da combustione.

Altre tecnologie per la riduzione delle emissioni di NOx dai forni per la produzione di fritte vetrose, in particolari i sistemi di tipo secondario, sono ritenute non applicabili dal punto di vista tecnico-economico, a causa del limitato volume fumi.

J. FATTIBILITÀ ECONOMICA DELLE TECNICHE ELENCATE ANALIZZATA ATTRAVERSO ANALISI COSTI-BENEFICI

Le seguenti tabelle riassumono i dati economici delle diverse tecnologie descritte

Polveri totali

Tecnologia	Costi di investimento	Costi di esercizio	Osservazioni
Interventi secondari			
Filtro a maniche	Fino a 1.5 milioni	Da 0.1 a 0.5 milioni €/anno,	

Fluoruri gassosi (espressi come HF)

Tecnologia	Costi di investimento	Costi di esercizio	Osservazioni
Interventi secondari			
Trattamento fumi con reagente alcalino	Vedi Polveri totali	Fino a 0.15 milioni € /anno + costi relativi al sistema di filtrazione ed all'eventuale smaltimento delle polveri	Il costo del bicarbonato di sodio è significativamente superiore a quello dell'idrossido di calcio L'$NaHCO_3$ presenta una scarsa efficienza di rimozione dei fluoruri gassosi.

L. PIANO DI MONITORAGGIO

La verifica dei livelli di emissione, associati al ciclo di produzione delle fritte, e delle prestazioni dei sistemi installati per il contenimento delle emissioni, può essere effettuata utilizzando diversi metodi, che possono essere impiegati singolarmente o in combinazione:

- Controllo dei parametri critici del sistema di filtrazione e trattamento fumi, al fine di verificarne il buon funzionamento:
  - Perdita di carico del filtro a maniche

- Controllo periodico delle emissioni mediante misure discontinue, compresa la misura dei parametri accessori:
  - Velocità e volume fumi
  - Temperatura fumi
  - Umidità
  - Ossigeno
  - Anidride carbonica
  - Monossido di carbonio
  - Polveri totali
  - Ossidi di azoto (NOx)
  - Fluoruri gassosi (espressi come HF)

L.1. Controllo dei parametri critici del sistema di trattamento fumi.

Le aziende dotate di impianti di filtrazione e trattamento fumi predispongono un piano di controllo dei parametri critici del sistema, programmando la manutenzione ordinaria dell'impianto (pulizia, verifica degli elementi maggiormente deteriorabili, ecc.).

I parametri individuati quali indicatori del possibile cattivo funzionamento del sistema vengono riportati con la frequenza ritenuta necessaria su apposito registro.

Dall'osservazione dei dati, potrà essere evidenziato il progressivo decadimento del sistema oppure un suo cattivo funzionamento, predisponendo di conseguenza una manutenzione straordinaria.

L. 2. Controllo periodico delle emissioni mediante misure discontinue.

Le aziende programmano una serie di misure ai diversi punti di emissione, nel rispetto della frequenza richiesta dalla propria autorizzazione ambientale , e/o in base ad un piano aziendale di controllo.

I metodi consigliati per il prelievo e le analisi dei campioni necessari alla misura delle emissioni solide e gassose sono i seguenti:

L.2.1 Metodi consigliati per la misura delle emissioni solide e gassose

Parametro	Principio di misura	Metodo di riferimento
Velocità e portata fumi	Tubo di Pitot o Darcy e micromanometro differenziale	UNI 10169-2001
Ossigeno	Cella all'ossido di zirconio, paramagnetismo, celle elettrochimiche	US-EPA 3A – ALT 004 ASTM D 6522 – 00
Anidride carbonica	Spettrofotometria IR	US-EPA 3A – ALT 004
Monossido di carbonio	Spettrofotometria IR, celle elettrochimiche	US-EPA 3A – ALT 004 ASTM D 6522 – 00
Polveri totali	Filtrazione e determinazione gravimetrica	UNI 10263 – 1998 UNI-EN 13284-1, 2003 Metodo Unichim 494 Uso di sonda e filtro riscaldati per i camini di apprettatura ed essiccazione lana e filato di vetro
Ossidi di azoto ($NO + NO_2$)	Spettrofotometria IR, chemiluminescenza	***DM 25/08/2000, G.U. n. 233 del 23/09/2000*** ***UNI 10878 – 2000*** ***ASTM D 6522 – 00***
Fluoruri gassosi (HF)	Filtrazione ed assorbimento in soluzione alcalina, determinazione con cromatografia ionica, elettrodo specifico allo ione fluoro	***DM 25/08/2000, G.U. n. 233 del 23/09/2000***
Metalli	Filtrazione e/o assorbimento in soluzione acquosa; determinazione con AAS, ICP	Metodo Unichim n. 723 – 1986

07A04479

DECRETO 29 gennaio 2007.

Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, in materia di raffinerie, per le attività elencate nell'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59.

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELLO SVILUPPO ECONOMICO

E

IL MINISTRO DELLA SALUTE

Visto il decreto legislativo 18 gennaio 2005, n. 59 recante «Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento» e in particolare l'art. 4, comma 1 che prevede l'emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, nonché che l'autorizzazione integrata ambientale sia rilasciata, tra l'altro, nel rispetto delle linee guida medesime e l'art. 4, comma 2, che prevede che, fino all'istituzione di una nuova commissione integrata secondo le disposizioni dello stesso comma, operi la commissione istituita con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio del 19 novembre 2002 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana n. 302 del 27 dicembre 2002) ai sensi dell'art. 3, comma 2 del decreto legislativo n. 372/1999;

Acquisiti gli elaborati tecnici riportati in allegato al presente decreto, predisposti dalla commissione istituita con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio del 19 novembre 2002 (pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana n. 302 del 27 dicembre 2002) ai sensi dell'art. 3, comma 2 del decreto legislativo n. 372/1999;

Sentita la Conferenza unificata istituita ai sensi del decreto legislativo 25 agosto 1997, n. 281 nella seduta del 16 novembre 2006;

Decreta:

Art. 1.

Emanazione delle linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili

1. Ai sensi dell'art. 4, comma 1 e 2, decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59, sono emanate linee guida recanti i criteri specifici per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, per gli impianti esistenti che esercitano le attività rientranti nelle categorie descritte ai seguenti punti dell'allegato I del medesimo decreto:

1.2. raffinerie di petrolio e gas.

Tali linee guida, che costituiscono parte integrante del presente decreto, sono riportate in allegato.

2. Per criteri di tipo generale e per la definizione dei sistemi di monitoraggio, relativamente alle categorie di attività citate al comma 1, le linee guida riportate in allegato sono da considerarsi unitamente alle linee guida generali e alle linee guida in materia di sistemi di monitoraggio già emanate per le attività rientranti nelle categorie descritte ai punti 1.3, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 e 6.1 nell'allegato I del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372 con decreto del 31 gennaio 2005, pubblicato nel supplemento ordinario n. 107 alla *Gazzetta Ufficiale* 13 giugno 2005.

Art. 2.

Entrata in vigore

1. Il presente decreto entra in vigore il giorno successivo alla pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Il presente decreto sarà trasmesso agli organi di controllo per la registrazione e pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 29 gennaio 2007

Il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare
PECORARO SCANIO

Il Ministro dello sviluppo economico
BERSANI

Il Ministro della salute
TURCO

Registrato alla Corte dei conti il 30 aprile 2007
Ufficio di controllo atti Ministeri delle infrastrutture ed assetto del territorio, registro n. 4, foglio n. 153

IPPC
(PREVENZIONE E RIDUZIONE INTEGRATE DELL'INQUINAMENTO)

DECRETO LEGISLATIVO 372/99 (art. 3, comma 2)

LINEE GUIDA PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Categoria IPPC1.2: raffinerie di petrolio e di gas

INDICE

A PREMESSA

Con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, di concerto con il Ministro delle attività produttive e con il Ministro della Salute, in data 15 aprile 2003, è stata istituita la Commissione Nazionale ex art. 3, comma 2, del decreto legislativo 372/99 (recepimento della direttiva 96/61/CE nota come IPPC), per la redazione delle linee guida per l'individuazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD), ai fini del rilascio, da parte delle autorità competenti nazionale e regionali, dell'autorizzazione integrata ambientale (AIA).
La Commissione suddetta ha istituito, a sua volta, tredici gruppi tecnici ristretti (GTR), composti da rappresentanti dei ministeri interessati e degli interessi industriali, ed ha incaricato i GTR di predisporre una proposta di linee guida in ciascuno dei tredici settori ritenuti al momento prioritari.
Questo documento presenta la proposta del GTR "raffinerie", istituito il 4 giugno 2003 con la seguente composizione:

- ing. Alfredo Pini (APAT, coordinatore) e dott. Mauro Rotatori (CNR), designati dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio
- dott. Claudio Gariazzo (ISPESL) e dott. Riccardo Crebelli (ISS), nominati dal Ministero della salute
- dott. Andrea Mercanti, designato dal Ministero delle attività produttive
- ing. Franco del Manso (Unione Petrolifera) e ing. Fausto Sini (Unione Petrolifera), designati da Confindustria.

Ai lavori del GTR "raffinerie" hanno preso parte anche funzionari ed esperti a supporto dei membri designati. In particolare, ai lavori del GTR "raffinerie" hanno contribuito, a vario titolo:

- ing. Gianluca Martinoli (CNR) in qualità di esperto
- ing. Michele Ilacqua (APAT), ing. Alessia Usala (APAT), ing. Nazzareno Santilli (APAT) in qualità di esperti e sig.ra Anna De Luzi (APAT) per la segreteria del gruppo.

Nelle sue prime riunioni il GTR "raffinerie" (d'ora in poi semplicemente GTR) ha inteso delineare gli scopi e gli obiettivi del proprio lavoro che si possono così sintetizzare:

- questo documento ha la valenza di strumento per l'approfondimento delle conoscenze tecnologiche nel settore, sia ad uso dell'industria che dovrà presentare domanda di autorizzazione integrata ambientale sia ad uso del funzionario dell'autorità competente che dovrà istruire il procedimento e rilasciare l'autorizzazione;
- in quanto strumento di approfondimento delle conoscenze questo documento non contiene indicazioni su "limiti di emissione", essendo questi ultimi il risultato di un processo di valutazione che deve tenere in conto aspetti specifici dell'industria che si autorizza e del sito su cui tale industria opera; la proposta di linea guida del GTR "raffinerie" contiene piuttosto un'elencazione di tecniche disponibili ritenute le migliori oggi utilizzabili sia dal punto di vista tecnico che economico e delle prestazioni ambientali che sono conseguibili con le tecnologie proposte;

- questo documento non contiene indicazioni sulla documentazione che dovrà essere prodotta dal richiedente al fine della richiesta dell'autorizzazione, ritenendo che tale aspetto debba essere trattato in altra sede;
- questo documento contiene invece gli elementi del monitoraggio e controllo degli aspetti ambientali significativi e dei parametri operativi specifici del settore, lasciando gli elementi generali per la definizione del piano di monitoraggio e controllo dell'azienda alla linea guida generale sui "sistemi di monitoraggio".

Il GTR ha inoltre discusso e concordato un'impostazione relativa all'analisi costi-benefici delle MTD che saranno valutate. In una visione del rapporto costi-benefici che include i costi ed i benefici sia per le industrie che per la collettività, il GTR ha ritenuto che la fattibilità economica sia, per definizione, una valutazione che deve essere effettuata caso per caso e da colui che ha la competenza per l'individuazione della specifica tecnica. Il GTR "raffinerie" ha individuato molte ragioni a sostegno di questo assunto. Vale la considerazione che una fattibilità economica non può prescindere dalla realtà aziendale che viene trattata e dalla collocazione territoriale degli impianti (per la definizione dei costi ovvero dei benefici sociali e per la valutazione della presenza di infrastrutture sul territorio che consentono determinate scelte aziendali). Poiché il prodotto richiesto al GTR è il complesso degli elementi per la definizione di una "linea guida", questo documento contiene solo alcune indicazioni propedeutiche all'effettuazione dell'analisi di fattibilità del tipo costi/efficacia.

Nel seguito del testo, infine, si farà ripetutamente cenno al documento comunitario noto come "BRef". Si tratta del documento di riferimento per l'identificazione delle migliori tecniche, edito dall'ufficio IPPC della UE sito in Siviglia.
L'Unione Europea, infatti, si è attrezzata per favorire l'attuazione della direttiva IPPC creando un apposito ufficio, operante presso il Centro comunitario di ricerca di Siviglia. L'ufficio "IPPC" coordina una serie di gruppi tecnici che sono incaricati della redazione di documenti di riferimento per l'individuazione delle migliori tecnologie, i cosiddetti *Best Available Techiniques Reference documents (BRefs)*. L'Italia ha attivamente contribuito ai lavori dei gruppi tecnici, con il coordinamento del Ministero dell'Ambiente.
Per il settore delle raffinerie è oggi disponibile il documento "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Reference Document on Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries - February 2003" disponibile sul sito dell'ufficio IPPC di Siviglia all'indirizzo http://eippcb.jrc.es.
Nei riferimenti al BRef, nel seguito questo documento, si farà uso dell'acronimo inglese BAT che in lingua inglese è utilizzato per indicare le *Best Available Techiniques*; nel resto del testo si utilizzerà altresì l'acronimo italiano MTD ad indicare la migliore tecnica disponibile (al singolare) o le migliori tecniche disponibili (al plurale).

B IDENTIFICAZIONE DELLA NORMATIVA AMBIENTALE RILEVANTE DI SETTORE

La ricognizione normativa proposta in questo paragrafo intende indirizzare il lettore verso le norme rilevanti della vigente legislazione ambientale, in relazione allo specifico settore delle raffinerie.
L'elenco che viene presentato nel seguito non ha alcuna pretesa di completezza né può essere adottato nei procedimenti autorizzativi come riferimento unico ed esauriente, tanto più che esso non comprende una parte di normativa, quella di genesi regionale, che comunque deve essere presa in considerazione e rispettata nell'esercizio delle attività suddette.

Disposizioni europee e nazionali per l'uso di combustibili tradizionali e non (impiego di rifiuti come combustibili)

Riferimento normativo	Descrizione	Riferimenti agli impianti di raffinazione
D.M. (Ambiente) 25 febbraio 2000, n. 124	Regolamento recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti pericolosi, in attuazione della direttiva 94/67/CE del Consiglio del 16 dicembre 1994, e ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del d.p.r. 24 maggio 1998 n. 203 e dell'art. 18, comma 2, lettera a), del d.lgs. 5 febbraio 1997, n.22 (G.U. n. 114 del 18 maggio 2000).	Solo nel caso qualche raffineria utilizzi rifiuti pericolosi come combustibile di alimentazione degli impianti
DPCM 7 settembre 2001, n 395	Recepimento della direttiva 99/32/CE relativa alla riduzione del tenore di zolfo di alcuni combustibili liquidi. (G.U. n. 255 del 2 novembre del 2001)	Art. 2 – Esclusioni: il seguente decreto non si applica: – ai combustibili destinati alla trasformazione prima della combustione finale – ai combustibili usati ai fini di trasformazione nell'industria della raffinazione
DPCM 8 marzo 2002	Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione (G.U. n. 60, 12 marzo 2002, Serie Generale)	
DPCM 20 giugno 2002	Modifica dell'allegato I del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 marzo 2002, concernente disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonchè delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione (G.U. n. 189 del 13 agosto 2002)	La tabella 4 è stata sostituita dal 13 agosto dalla tabella approvata con DPCM 20 giugno 2002

Inquinamento atmosferico: disposizioni europee e nazionali sul contenimento delle emissioni inquinanti

Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di raffinazione
D.P.R. 24 maggio 1988 n. 203	Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360, e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183 (G.U. n. 140 del 16 giugno 1988, S.O.).	
D.P.C.M. 21 luglio 1989 (attuazione e interpretazione del Dpr 203/1988	Atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni, ai sensi dell'articolo 9 della legge 8 luglio 1986, n. 349, per l'attuazione e l'interpretazione del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, recante norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto da impianti industriali (G. U. n. 171 del 24 luglio 1989)	
D.M. 12 luglio 1990	Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione (G.U. n. 176 del 30 luglio 1990, S.O.).	Art. 2 – Punto 4: per le raffinerie si applicano esclusivamente i valori di emissione e le prescrizioni riportati nell'Allegato 3 - B
D.M. (Sanità) 5 settembre 1994	Elenco delle industrie insalubri di cui all'art. 216 del testo unico delle leggi sanitarie (G.U. n. 220 del 20 settembre 1994, S.O.)	
D.P.R. 18 aprile 1994, n. 420	Regolamento recante semplificazione delle procedure di concessione per l'installazione di impianti di lavorazione o di deposito di oli minerali (G.U. n. 151 del 30 giugno 1994)	
D.M. (Ambiente) 7 febbraio 1995	Modalità e contenuti delle domande di concessione e/o di autorizzazione all'installazione di impianti di lavorazione o di deposito di oli minerali (G.U. n. 56 dell'8 marzo 1995)	
D.M. (Ambiente) 21 dicembre 1995	Disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali (G.U. n. 5dell'8 gennaio 1996)	

L. 27 dicembre 1997, n. 449	Misure per la stabilizzazione della finanza pubblica (G.U. n. 302, S.O. del 30 dicembre del 1997)	Art. 17 – Comma 29: A decorrere dal 1° gennaio 1998, viene istituita una tassa sulle emissioni di anidride solforosa (SO2) e di ossidi di azoto (NOx). La tassa è dovuta nella misura di lire 103.000 per tonnellata/anno di anidride solforosa e di lire 203.000 per tonnellata/anno di ossidi di azoto e si applica ai grandi impianti di combustione. Per grande impianto di combustione si intende l'insieme degli impianti di combustione, come definiti dalla direttiva 88/609/CEE del Consiglio, del 24 novembre 1988, localizzati in un medesimo sito industriale e appartenenti ad un singolo esercente purché almeno uno di detti impianti abbia una potenza termica nominale pari o superiore a 50 MW
Decreto Legislativo 4 agosto 1999, n.351	Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria (G.U. n. 241 del 13-10-1999)	
D.M. (Ambiente) 25 febbraio 2000, n. 124	Regolamento recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti pericolosi, in attuazione della direttiva 94/67/CE del Consiglio del 16 dicembre 1994, e ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del d.p.r. 24 maggio 1998 n. 203 e dell'art. 18, comma 2, lettera a), del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 114 del 18 maggio 2000).	Solo nel caso qualche raffineria utilizzi rifiuti pericolosi come combustibile di alimentazione degli impianti
D. M. 25 agosto 2000	Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203. (G.U. n. 223 del 23 settembre 2000, S.O.)	
D.M. (Ambiente) 4 giugno 2001	Programmi di rilievo nazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra, in attuazione dell'art. 3 del decreto ministeriale 20 luglio 2000, n. 337 (G.U. n. 205 del 4 settembre 2001)	
DPCM 7 settembre 2001, n 395	Recepimento della direttiva 99/32/CE relativa alla riduzione del tenore di zolfo di alcuni combustibili liquidi. (G.U. n. 255 del 2 novembre del 2001)	Art. 2 – Esclusioni: il seguente decreto non si applica: – ai combustibili destinati alla trasformazione prima della combustione finale – ai combustibili usati ai fini di trasformazione nell'industria della raffinazione

D.P.R. 26 ottobre 2001, n. 416	Regolamento recante norme per l'applicazione della tassa sulle emissioni di anidride solforosa e di ossidi di azoto, ai sensi dell'articolo 17, comma 29, della legge n. 449 del 1997 (G.U. n. 277 del 28 novembre 2001)	Art. 1 – Comma: 1) La tassa si applica ai grandi impianti di combustione destinati alla produzione di energia, eccettuati quelli che utilizzano direttamente i prodotti di combustione in procedimenti di fabbricazione 2) Per grande impianto di combustione si intende l'insieme degli impianti di combustione costituiti da qualsiasi dispositivo tecnico in cui sono ossidati combustibili al fine di utilizzare il calore così prodotto, localizzati in un medesimo sito industriale, appartenenti ad un singolo esercente e dei quali almeno uno abbia una potenza termica nominale pari o superiore a 50 MW; le disposizioni del presente regolamento non si applicano a: c) dispositivi di rigenerazione dei catalizzatori di *cracking* catalitico d) dispositivi di conversione del solfuro di idrogeno in zolfo
DPCM 8 marzo 2002	Disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonché delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione (G.U. n. 60, 12 marzo 2002, Serie Generale)	
DPCM 20 giugno 2002	Modifica dell'allegato I del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 marzo 2002, concernente disciplina delle caratteristiche merceologiche dei combustibili aventi rilevanza ai fini dell'inquinamento atmosferico, nonchè delle caratteristiche tecnologiche degli impianti di combustione (G.U. n. 189 del 13 agosto 2002)	La tabella 4 è stata sostituita dal 13 agosto dalla tabella approvata con DPCM 20 giugno 2002
D.M. 2 aprile 2002, n. 60	Recepimento della direttiva 1999/ 30/ CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/ 69/ CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio (S.O. 77/ L alla G.U. n. 87 del 13 aprile 2002)	-
Decreto Ministeriale del 20 settembre 2002	Modalità per la garanzia della qualità del sistema delle misure di inquinamento atmosferico, ai sensi del decreto legislativo n. 351/1999 (G. U. n. 231 del 2 ottobre 2002)	-
Decreto Ministeriale n.261 del 01/10/2002	Regolamento recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualita' dell'aria ambiente, i criteri per l'elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351. (G.U. n° 272 del 20/11/2002)	-

Decreto 16 Gennaio 2004, n.44	Recepimento della direttiva 1999/13/CE relativa alla limitazione delle emissioni di composti organici volatili di talune attivita' industriali, ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203. (G.U. n. 47 del 26-2-2004)	-
D.Lgs. 21 maggio 2004, n.183	Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria. (Suppl.G.U. n. 171 del 23-7-2004)	-
D.Lgs. 21 maggio 2004, n.171	Attuazione della direttiva 2001/81/CE relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici. (G.U. n. 165 del 16-7-2004)	-

Inquinamento Idrico: principale normativa di riferimento

Riferimento normativo	**Descrizione**	**Riferimento agli impianti di raffinazione**
D.P.R. 18 febbraio 1999, n. 238	Regolamento recante norme per l'attuazione di talune disposizioni della L. 5 gennaio 1994, n. 36, in materia di risorse idriche (G.U. n. 173 del 26 luglio 1999).	-
D.lgs. 11 maggio 1999, n. 152	Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole (G.U. n. 124 del 29 maggio 1999, S.O.).	-
Testo aggiornato del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152	"Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/ 271/ CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/ 676/ CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto 18 agosto 2000, n. 258 (S.O. 172/ L alla G.U. n. 246 del 20 ottobre 2000)	-
D.M. 12 giugno 2003 n.185	Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 (G.U. n. 169 del 23 luglio 2003)	-
Decreto 6 novembre 2003, n.367	Regolamento concernente la fissazione di standard di qualita' nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose, ai sensi dell'articolo 3, comma 4, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152. (GU n. 5 del 8-1-2004)	-
Direttiva 27 maggio 2004	Disposizioni interpretative delle norme relative agli standard di qualita' nell'ambiente acquatico per le sostanze pericolose. (G.U. n. 137 del 14-6-2004)	-

Gestione dei rifiuti: principale normativa di riferimento

Riferimento normativo	Descrizione	Riferimento agli impianti di raffinazione
Delibera comitato interministeriale 27 giugno 1984	Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del D.P.R. 10 settembre 1982, n. 985, concernente lo smaltimento dei rifiuti (G.U. n. 253 del 13 settembre 1984, S.O.)	-
D.I. 9 settembre 1988, n. 397, convertito, con modificazioni, dalla L. 9 novembre 1988, n. 475	Disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti industriali (G.U. n. 213 del 10 settembre 1988; G.U. n. 264 del 10 novembre 1988)	-
D.M. (Ambiente) 26 aprile 1989	Istituzione del catasto nazionale dei rifiuti speciali (G.U. n. 135 del 12 giugno 1989)	-
D.M. (Ambiente) 29 maggio 1991	Indirizzi generali per la regolamentazione della raccolta differenziata dei rifiuti solidi (G.U. n. 136 del 12 giugno 1991)	-
Direttiva 91/156/CEE del 18 marzo 1991	Modifica la direttiva 75/ 442/ CEE relativa ai rifiuti (G.U.C.E. L 78 del 26 marzo 1991)	-
D.lgs. 27 gennaio 1992, n. 95	Attuazione delle direttive 75/439/CEE e 87/101/CEE relative alla eliminazione degli oli usati (G.U. n. 38 del 15 febbraio 1992, S.O.).	-
Reg. CEE 1 febbraio 1993, n. 259	Regolamento del Consiglio relativo alla sorveglianza e al controllo delle spedizioni di rifiuti all'interno della Comunità Europea nonché in entrata e in uscita dal suo territorio (G.U. C.E. n. L 30 del 6 febbraio 1993)	-
L. 25 gennaio 1994, n. 70	Norme per la semplificazione degli adempimenti in materia ambientale, sanitaria e di sicurezza pubblica, nonché per l'attuazione del sistema di ecogestione e di audit ambientale (G.U.n. 24 del 31 gennaio 1994)	-
D.M. (Industria) 16 maggio 1996, n.392	Regolamento recante norme tecniche relative all'eliminazione degli olii usati (G.U.n. 173 del 25 luglio 1996)	-
D. lgs. 5 febbraio 1997, n. 22	Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio (G.U. n. 38 del 15 febbraio 1997, S.O.).	Il decreto riporta in allegato A il Catalogo Europeo dei Rifiuti (che coincide con l'allegato alla decisione 94/3/CE), e annovera la categoria "Rifiuti della raffinazione del petrolio, purificazione del gas naturale e trattamento pirolitico del carbone" (codice 05 00 00) Tale allegato è stato sostituito dal nuovo CER (decisione CE 3 maggio 2000, n. 5329
D. Lgs. 8 novembre 1997, n. 389	Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, in materia di rifiuti, di rifiuti pericolosi, di imballaggi e di rifiuti di imballaggio	-

D.M. (Ambiente-Industria) 29 ottobre 1997	Approvazione dello statuto del Consorzio nazionale imballaggi (CONAI) (non pubblicato sulla G.U.)	-
D.M. (Ambiente) 5 febbraio 1998	Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 88 del 16 aprile 1998, S.O.)	-
D.M. (Ambiente) 1° aprile 1998, n. 145	Regolamento recante la definizione del modello e dei contenuti del formulario di accompagnamento dei rifiuti ai sensi degli articoli 15, 18 comma 2, lettera e), e comma 4, del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 109 del 13 maggio 1998)	-
D.M. (Ambiente) 1° aprile 1998, n. 148	Regolamento recante approvazione del modello dei registri di carico e scarico dei rifiuti ai sensi degli articoli 12, 18, comma 2, lettera m), e 18, comma 4, del d.lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 110 del 14 maggio 1998)	-
D.M. (Ambiente) 4 agosto 1998, n. 372	Regolamento recante norme sulla riorganizzazione del catasto dei rifiuti (G.U. n. 252 del 28 ottobre 1998, s.o.)	-
L. 9 dicembre 1998, n. 426	Nuovi interventi in campo ambientale (G.U. n. 291 del 14 dicembre 1998, S.O.)	-
Dir. CE 26 aprile 1999, n. 31	Discariche di rifiuti (G.U.C.E. n. L 182 del 16 luglio 1999)	-
D.M. (Ambiente) 25 febbraio 2000, n. 124	Regolamento recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e di coincenerimento dei rifiuti pericolosi, in attuazione della direttiva 94/67/CE del Consiglio del 16 dicembre 1994 e ai sensi dell'articolo 3, comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n.203 e dell'articolo 18, comma 2, lettera a) del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. (G.U. 18 maggio 2000, n. 114).	-
D.M. (Ambiente) 18 aprile 2000, n. 309	Regolamento di organizzazione e funzionamento dell'Osservatorio nazionale sui rifiuti, di cui all'articolo 26, comma 4, del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 (G.U. n. 254 del 30 ottobre 2000)	-

Decisione CE 3 maggio 2000, n. 532	Decisione della Commissione che sostituisce la decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti e la decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi (G.U.C.E. n. L 226 del 6 settembre 2000)	Nel nuovo C.E.R. (Catalogo Europeo dei Rifiuti) sono state introdotte modifiche ed integrazioni ai codici dei rifiuti prodotti dalle attività di cui alla voce 05.00.00 (Rifiuti della raffinazione del petrolio, purificazione del gas naturale e trattamento pirolitico del carbone) Alcune tipologie di rifiuto, sono identificate da una "voce a specchio"; la attribuzione del codice spetta al produttore/detentore sulla base dei criteri definiti in allegato alla decisione stessa.
Direttiva 2001/80/CE	Direttiva concernente la limitazione delle emissioni in atmosfera di taluni inquinanti originati dai grandi impianti di combustione	-
Direttiva 9 aprile 2002 del Ministro dell'Ambiente	Indicazioni per la corretta e piena applicazione del Regolamento Comunitario n. 2557/ 2001 sulle spedizioni di rifiuti ed in relazione al nuovo elenco dei rifiuti (S.O. 102 alla G.U. n. 108 del 10 maggio 2002)	-
Decreto ministeriale 12 giugno 2002, n. 161	Regolamento attuativo degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, relativo all'individuazione dei rifiuti pericolosi che è possibile ammettere alle procedure semplificate (G.U. n. 177 del 30 luglio 2002)	-
Legge 8 agosto 2002, n. 178	Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 luglio 2002, n. 138, recante interventi urgenti in materia tributaria, di privatizzazioni, di contenimento della spesa farmaceutica e per il sostegno dell'economia anche nelle aree svantaggiate. (S.O. alla G.U. n. 187 del 10 agosto 2002)	L'art. 14 del provvedimento fornisce "interpretazione autentica della definizione di *rifiuto* di cui all'articolo 6, comma 1, lettera a), del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 "
Decreto ministeriale 13 gennaio 2003, n. 161	Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti (GU n. 59 del 12-3-2003- S. O. n.40)	-
Decreto 13 marzo 2003	Criteri di ammissibilita' dei rifiuti in discarica (G. U. n. 67 del 21-3-2003)	-
Decreto 12 giugno 2003, n.185	Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 (GU n. 169 del 23-7-2003)	-
Decreto 27 luglio 2004	Integrazione della voce 13.18, Allegato 1, Suballegato 1, del decreto 5 febbraio 1998, recante individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. (GU n. 180 del 3-8-2004)	-

Valutazione d'impatto ambientale e gestione integrata dell'inquinamento: disposizioni europee e nazionali

Riferimento normativo	Oggetto	Riferimenti agli impianti di raffinazione
Direttiva 337/85/CEE	Direttiva del Consiglio concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (G.U.C.E. n. L 175 del 5 luglio 1985)	
DPCM 377 del 10 agosto 1988	Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale (G.U. n. 204 del 31 agosto 1988).	
D.P.C.M. 27 dicembre 1988	Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377 (G.U. n. 4 del 5 gennaio 1989).	
D.P.R. 12 aprile 1996	Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale (G.U. n. 210 del 7 settembre 1996)	
Dir. 96/61/CE (IPPC)	Direttiva 96/61/CE del Consiglio del 24 settembre 1996 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (GUCE n. L 257 del 10/10/1996)	
Dir. CE 3 marzo 1997, n. 11	Modifiche della direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (G.U.C.E. n. L 73 del 14 marzo 1997)	
D.P.R. 11 febbraio 1998	Disposizioni integrative al D.P.C.M. 10 agosto 1988, n. 377, in materia di disciplina delle pronunce di compatibilità ambientale, di cui alla L. 8 luglio 1986, n. 349, art. 6 (G.U. n. 72 del 27 marzo 1998)	

D. Lgs 4 agosto 1999, n. 372	Attuazione della direttiva 96/ 61/ CE relativa alla prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento – IPPC (G.U. n. 252 del 26 ottobre 1999)	
D.P.R. 2 settembre 1999, n. 348	Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere (G.U. n. 240 del 12 ottobre 1999)	
D.P.C.M. 3 settembre 1999	Atto di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione dell'impatto ambientale (G.U. n. 302 del 27 dicembre 1999)	
Decisione 2000/ 479/ CE del 17 luglio 2000 della Commissione	attuazione del Registro europeo delle emissioni inquinanti (EPER) ai sensi dell'art. 15 della direttiva 96/ 61/ CE del Consiglio sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC) (G.U.C.E. L 192 del 28 luglio 2000)	
D.P.C.M 1 settembre 2000	Modificazioni ed integrazioni del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 settembre 1999, per l'attuazione dell'articolo 40, primo comma, della legge 22 febbraio 1994, n.146, in materia di valutazione di impatto ambientale	
D.M. (ambiente) 23 novembre 2001	Dati, formato e modalità della comunicazione di cui all'art. 10, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372 (realizzazione dell'Inventario Nazionale delle Emissioni e loro Sorgenti (INES) (S.O. 29 alla G.U. n. 37 del 13 febbraio 2002)	
D.M. (ambiente) 26 aprile 2002	Modifiche al decreto ministeriale 23 novembre 2001 in materia di dati, formato e modalità della comunicazione di cui all'art.10 del decreto legislativo n. 372 del 1999 (G.U. n. 126 del 31 maggio 2002)	
Legge n. 39 del 1 marzo 2002	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità Europea (S. O. n. 54 alla Gazzetta Ufficiale n. 72 del 26 marzo 2002)	
Decreto 19 novembre 2002	Istituzione della commissione di cui all'art. 3, comma 2, ultimo periodo, del decreto legislativo n. 372/1999. (GU n. 302 del 27 dicembre 2002)	
Decreto 29 maggio 2003	Approvazione del formulario per la comunicazione relativa all'applicazione del decreto legislativo n. 372/1999, recante attuazione della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento (G.U. n. 228 del 1-10-2003)	-

Decreto-Legge 24 dicembre 2003, n.355	Proroga di termini previsti da disposizioni legislative. (G.U. n. 300 del 29-12-2003)	-
Legge 27 febbraio 2004, n. 47	Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 dicembre 2003, n. 355, recante proroga di termini previsti da disposizioni legislative. (G.U. n. 48 del 27-2-2004)	-
Circolare 13 luglio 2004	Circolare interpretativa in materia di prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento, di cui al Dlgs 04/08/1999, n. 372 (GU n. 167 del 19-7-2004)	-

Inquinamento acustico e controllo delle emissioni sonore da impianti a ciclo continuo

RIFERIMENTO NORMATIVO	**Descrizione**	**Riferimenti agli impianti di raffinazione**
D.P.C.M. 1° marzo 1991	Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno (G.U. n. 57 dell'8 marzo 1991).	-
L. 26 ottobre 1995, n. 447	Legge quadro sull'inquinamento acustico (G.U. n. 254 del 30 ottobre 1995, S.O.).	-
D.M. (Ambiente) 11 dicembre 1996	Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo (G.U. n. 52 del 4 marzo 1997)	-
D.P.C.M. 14 novembre 1997	Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore (G.U. n. 280 del 1° dicembre 1997)	-
D.M (Ambiente) 16 Marzo 1998	Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico (G.U. n. 76 del 1° aprile 1998)	-
Direttiva 2002/49/CE	Relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale (G.U.C.E. L 189 del 18 luglio 2002)	-

C RICOGNIZIONE DELLA SITUAZIONE DEL SETTORE

Dati sulla produzione

Il petrolio rappresenta la più importante voce dei consumi energetici italiani. In termini quantitativi i consumi petroliferi hanno soddisfatto negli ultimi anni una domanda di energia di circa 95 Mtep con una marginale riduzione della sua quota di mercato dal 58% al 54% (tabella 1).

Il settore petrolifero rappresenta uno dei principali componenti dell'economia nazionale. Due dei suoi comparti in particolare, la raffinazione e la rete di distribuzione e commercializzazione, sono di importanza strategica in campo energetico per l'Italia sia in termini economici che sociali.

Il settore della raffinazione ha garantito al mercato italiano un approvvigionamento sicuro di prodotti petroliferi quali combustibili per i trasporti, l'industria e il riscaldamento e migliorando nel contempo le prestazioni ambientali.
Al gennaio 2003 sono 17 le raffinerie operative in Italia con una capacità totale di distillazione di circa 100 milioni di tonnellate/anno (tabella 2). Mentre il numero e la capacità totale di raffinazione è diminuita negli ultimi 25 anni (da 30 a 17 raffinerie), è stato registrato un significativo incremento della complessità e della capacità di conversione del nostro sistema (tabella 3).

Dinamiche del settore
La capacità di raffinazione italiana è di circa 100 milioni di tonnellate di grezzo all'anno. Appena pochi anni fa, l'aumento nella capacità di raffinazione del petrolio era uno degli obiettivi principali degli investimenti dell'industria petrolifera. Negli ultimi tempi invece le esigenze ambientali e le mutate richieste del mercato hanno orientato gli investimenti nelle raffinerie verso il miglioramento della qualità ambientale dei prodotti e l'incremento delle rese dei distillati medi e leggeri quali GPL, benzina, diesel e kerosene.
Sono stati pertanto effettuati notevoli investimenti per ridurre al minimo i residui pesanti convertendo, per quanto possibile, il "fondo del barile" in prodotti leggeri destinati ad alimentare l'incremento di domanda registrata nel settore dei trasporti.

In Italia, la domanda di prodotti petroliferi nell'ultimo ventennio si è stabilizzata nel settore dei distillati leggeri, mentre si è drasticamente ridotta, per ragioni ecologiche, nel settore degli oli combustibili a vantaggio del metano. Pertanto, al fine di ridurre la produzione di oli combustibili pesanti, è notevolmente aumentata la capacità di conversione, la capacità cioè degli impianti in grado di trasformare i prodotti pesanti derivanti dalla distillazione primaria in prodotti medi e leggeri. La capacità di conversione è infatti passata da circa 10 Mton./anno di "FCC (Fluid Cracking Catalitic) Equivalent" del 1975 agli oltre 40 attuali. Inoltre, per trasformare gli inevitabili residui del grezzo in risorsa energetica, si è sviluppato il processo combinato di gassificazione e cogenerazione di energia elettrica e vapore (con rendimenti di conversione maggiori del 50%). Questa scelta ha contribuito ad innescare un processo di innovazione tecnologica nelle raffinerie italiane, con conseguenti riduzione dell'impatto ambientale e maggiore

flessibilità operativa in relazione alla variazione della domanda di prodotti petroliferi leggeri (benzina e gasolio). Il completamento di questo processo di riconversione ha portato il sistema di raffinazione italiano all'avanguardia in Europa per efficienza e complessità degli impianti.
La gassificazione associata alla cogenerazione in ciclo combinato allinea il livello tecnologico delle raffinerie italiane a quello delle raffinerie europee più avanzate, in quanto ne adegua il ciclo produttivo, trasformandole in cosiddette "raffinerie bianche", alla stregua di quanto è già in corso da parte di raffinerie estere ad alto grado di conversione, interessate ad eliminare completamente la propria resa in residui pesanti ed a ridurre contemporaneamente le proprie emissioni.

Mediante l'applicazione estensiva del processo di gassificazione dei residui pesanti si potrebbero produrre circa 28 miliardi di kWh all'anno, corrispondenti ad oltre il 10% del fabbisogno di energia elettrica del nostro Paese.

I requisiti ambientali sempre più severi sui prodotti hanno inoltre determinato investimenti supplementari in nuove unità di raffinazione, allo scopo di rispettare specifiche più rigorose e per ridurre l'impatto sull'ambiente sia del traffico veicolare sia degli impianti industriali.

Il nuovo assetto impiantistico deve essere adeguato alla produzione di benzina e gasoli a ridottissimo tenore di zolfo, con forti limiti al contenuto degli aromatici. Di conseguenza questi prodotti saranno anche consistentemente più leggeri di quelli attuali.

Le raffinerie complesse (quelle già dotate di cracking catalitico) dovranno installare capacità addizionale di hydrocracking e, più in generale di idrogenazione per soddisfare le esigenze qualitative richieste ai prodotti.

Questi ultimi processi saranno comunque necessari anche per le raffinerie semplici che in ogni caso dovranno investire in nuova capacità di cracking catalitico, altrimenti le benzine da loro prodotte avranno grossa difficoltà a rispettare i bassi livelli di aromatici richiesti e potrebbero avere contrazioni produttive tali da comportare la necessità di ridistribuire la capacità di distillazione primaria su altre raffinerie.

Si può pertanto concludere che il futuro assetto delle raffinerie convergerà verso una configurazione tipica abbastanza uniforme per tutti, caratterizzata da uno scarso ricorso al reforming e da elevata capacità di cracking catalitico, di hydrocracking e di processi idrogenanti in genere.

A seguito di tutte queste modifiche, l'industria petrolifera presenterà una struttura impiantistica sempre più complessa, caratterizzata da consumi energetici crescenti.

Condizioni economiche generali

Nel 2002 i consumi di energia, con 186,7 milioni di tep, hanno fatto registrare un marginale decremento (- 0,1 per cento). Fattori climatici e congiuntura economica negativa hanno contribuito in modo determinante a questo risultato.

In particolare:

- il *gas naturale* è diminuito dello 0,7 per cento, passando da 58,5 a 58,1 milioni di tep, a motivo soprattutto dei minori consumi nel settore civile (- 3,7 per cento) a causa di temperature particolarmente miti, e nel settore industriale (- 1,2 per cento); sostanzialmente in crescita è stato invece l'impiego nella produzione termoelettrica (+ 2,7 per cento);
- l'utilizzo di *combustibili solidi* è aumentato del 3,6 per cento rispetto al 2001 (14,2 milioni di tep);
- le *energie rinnovabili* (12,4 Mtep) hanno subito un consistente calo (- 10,1 per cento), determinato soprattutto dalla forte contrazione della produzione di elettricità di origine idrica (- 10,9 per cento);
- il ricorso alle *importazioni nette di energia elettrica* dall'estero si è di conseguenza rafforzato (+ 3,7 per cento), giungendo a 11,1 milioni di Tep;
- il consumo complessivo di *prodotti petroliferi* (90,9 Mtep) ha registrato un discreto incremento (+ 0,9 per cento).

La dipendenza energetica del Paese dall'estero è rimasta sullo stesso valore dell'anno precedente (84 %).

tabella 1

ITALIA - CONSUMI DI ENERGIA - (Milioni di tep)

anno	combustibili solidi	gas naturale	IMPORT. Nette energia elettrica	rinnovabili	petrolio	totale
1994	11,4	40,7	8,3	11,9	92,1	**164,4**
1995	12,6	44,8	8,2	10,4	95,7	**171,7**
1996	11,4	46,4	8,2	11,4	94,3	**171,7**
1997	11,7	47,8	8,6	11,5	94,8	**174,4**
1998	12,1	51,5	9	11,7	94,9	**179,2**
1999	12,2	56	9,2	12,9	92,4	**182,7**
2000	12,8	58,4	9,8	12,9	91,3	**185,2**
2001	13,8	58,7	10,6	14	90,9	**188**
2002	13,7	58,2	10,4	12,4	90,7	**185,4**

Fonte: Unione Petrolifera.

tabella 2

ITALIA - Lavorazione delle raffinerie (migliaia di tonnellate)

ANNO	GREG. NAZION.	GREG. ESTERO	SEMILAV. LEGGERI	SEMILAV. MEDI	SEMILAV. PESANTI	ADDITIVI	MATERIA PRIMA (tot)	SEMIL. ESTERI
1989	3.830	68.003	2.887	1.612	12.127	47	88.506	12.744
1990	4.047	73.753	3.152	1.269	11.428	62	93.711	11.924
1991	3.899	74.057	3.316	1.190	11.438	157	94.057	12.216
1992	4.522	77.227	2.720	1.003	11.185	393	97.050	11.754
1993	4.527	76.891	1.715	878	9.787	623	94.421	9.798
1994	4.643	74.714	1.669	662	10.965	625	93.278	10.678
1995	5.098	73.441	1.772	705	9.401	597	91.014	8.956
1996	5.361	74.853	1.725	838	7.947	555	91.279	7.645
1997	5.819	78.269	1.783	680	8.658	489	95.698	8.536
1998	5.537	85.544	1.586	403	6.428	611	100.109	5.925
1999	5.043	81.161	1.788	763	7.459	658	96.872	7.350
2000	4.547	82.877	2.167	788	6.890	734	98.003	6.772
2001	3.895	83.422	2.172	758	8.415	640	99.302	8.188
2002	4.727	81.242	2.121	969	9.699	750	99.509	9.330

Fonte: Unione Petrolifera.

tabella 3

Capacità dei principali impianti delle raffinerie italiane (1° Gennaio 2003)
(milioni di tonnellate/anno)

Raffineria	Distillaz. Atmosf.	Processi termici	Processi catalitici		Desolforazione distillati medi	Isomerizz. Nafta	Alchilazione	MTBE	Eterificazione
			Cracking	Refoming					
ALMA - Ravenna	0,4	–	–	–		-	-	-	-
API - Falconara (AN)	3,9	3,06 (1)	–	0,56	2,04	0,25	-	-	-
ARCOLA - La Spezia	0,8	–	–	–		-	-	-	-
ENI R&M - Porto Marghera (VE)	4,5	1,23 (1)	–	0,58	1,20	0,20	-	-	-
ENI R&M - Sannazzaro (PV)	10	1,60 (2)	1,82 1,56 (3)	1,30	2,90	0,45	0,19	0,05	-
ENI R&M - Livorno	4,2	–	–	0,62	1,70	0,20	-	-	-
ENI R&M - Gela (CL)	5	2,60 (4)	1,84 1,90 (5)	0,60	2,05	-	0,37	0,06	0,20 (6)
ERG ISAB -Nord - Priolo G. (SR)	11	1,40 (2)	1,70	0,36	1,05	-	0,17	0,05	-
ERG ISAB – Sud - Priolo G. (SR)	12	2,58 (2) 1,72 (7)	3,36 (5)	1,56	5,04	0,35	-	-	-
ENI R&M - Taranto	4,5	2,00 (1)	1,11 (8)	0,80	2,30	0,20	-	-	-
RAM - Milazzo (ME)	10	-	2,20 1,45 (3) 1,35 (8)	0,57	2,96	-	0,16	0,06	-
ESSO - Augusta (SR)	8,5	-	2,28	0,95	3,16	-	0,32	-	-
IES - Mantova	2,6	1,20 (2) 0,45 (7)	-	0,33	1,20	0,10	-	-	-
IPLOM - Busalla (GE)	1,75	0,50 (2)	0,40 (3)	-	0,45	-	-	-	-
Raff. ROMA - Pantano (RM)	4,3	1,75 (2)	-	0,60	1,40	0,26	-	--	-
SARAS - Sarroch (CA)	18	2,40 (2)	4,40 5,20 (3)	1,20	3,70	-	0,30	-	0,30 (6)
SARPOM - Trecate (NO)	9	-	1,60	1,13	2,84	0,39	0,05	-	-
TAMOIL Cremona	5	1,95 (2)	0,30 (9)	1,05	1,49	0,42	-	-	-
TOTALE	**115,45**	**24,44**	**32,47**	**12,21**	**35,48**	**2,82**	**1,56**	**0,22**	**0,50**

Fonte: Unione Petrolifera

[1] Visbreaking + Thermalcracking
[2] Visbreaking
[3] Hydrocracking gasolio
[4] Coking
[5] Impianto di Gofiner/Mild Hydrocracking
[6] impianto di eterificazione di benzina leggera di cracking
[7] Thermalcracking
[8] Hydrocracking residui
[9] Impianto di Dewaxing gasolio pesante/Mild Hydrocracking

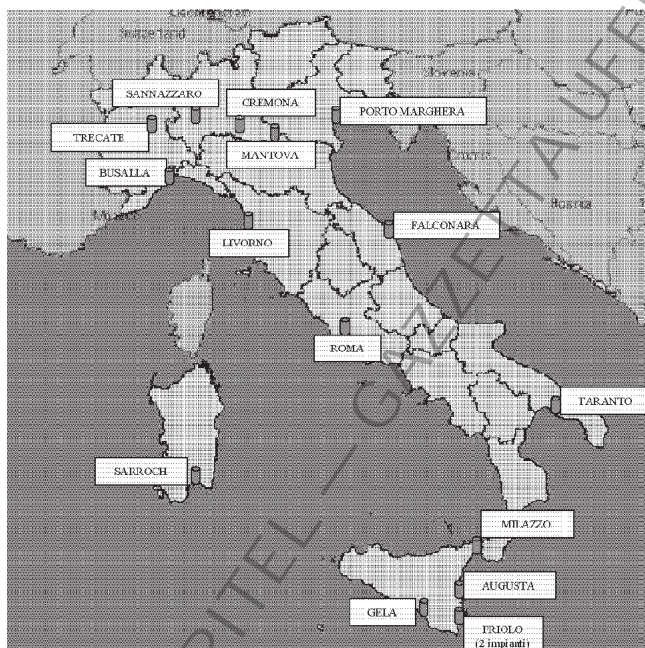
tabella 4

ITALIA - trasferimenti al sistema di distribuzione e consumi di prodotti petroliferi (migliaia di tonnellate)

PRODOTTI	1999	2000	2001	2002
BENZINA AUTOTRAZIONE	17.633	16.758	16.426	16.037
BENZINA AGRICOLA	60	50	40	30
TOTALE BENZINA	17.693	16.808	16.466	16.067
PETROLIO	80	57	62	66
CARBOTURBO	3.476	3.579	3.398	3.164
GASOLIO AUTOTRAZIONE	17.788	18.252	20.077	21.431
GASOLIO RISCALDAMENTO	3.811	3.604	3.574	2.871
GASOLIO AGRICOLO	2.179	2.172	1.646	1.846
GASOLIO MARINA	453	401	506	449
GASOLIO TERMOELETTRICA	184	112	71	57
TOTALE GASOLIO	24.415	24.541	25.874	26.654
O.C. DENSO ATZ	6.872	5.653	4.863	3.918
O.C. DENSO BTZ	11.838	10.664	9.184	11.517
O.C. FLUIDO	473	402	372	231
TOTALE OLIO COMBUSTIBILE	19.183	16.719	14.419	15.666
LUBRIFICANTI	634	650	603	585
BITUME	2.517	2.419	2.557	2.551
G.P.L.	3.952	3.893	3.815	3.715
ALTRI PRODOTTI	4.846	5.690	5.427	5.450
PETROLCHIMICA	7.157	7.017	6.754	6.362
TOTALE MERCATO INTERNO	83.953	81.373	79.375	80.280
BUNKERAGGI	2.490	2.791	2.902	3.077
TOTALE TRASFERIMENTI	86.443	84.164	82.277	83.357
CONSUMI/PERDITE DI RAFF.	5.530	5.650	5.613	5.160
CONSUMI DI RAFF. PER PRODUZIONE DI EN. EL. E TER.	2.453	3.423	4.247	4.567
VARIAZIONE SCORTE	108	237	+ 824	- 292
TOTALE CONSUMI	94.534	93.474	92.961	92792

Indicazione della distribuzione territoriale degli impianti

La dislocazione sul territorio nazionale (Fig. 1) delle raffinerie italiane soddisfa tutte le esigenze attuali di approvvigionamento dei prodotti petroliferi. Circa il 55% della capacità di raffinazione è dislocata nelle isole (Sicilia e Sardegna) da cui il 20-25% dei prodotti viene trasportato, via nave, sul continente ed avviato alla distribuzione finale.

Figura 1 – Dislocazione delle raffinerie sul territorio nazionale

Numero di personale impiegato

Il numero degli addetti direttamente impiegati nell'industria della raffinazione è pari a circa 16.000. La presenza di una raffineria genera inoltre un notevole l'indotto nell'area di interesse. E' possibile stimare un numero di addetti impiegati nell'indotto petrolifero pari a circa quattro volte il numero degli impiegati diretti.

Dati macro economici

Al primo gennaio 2003, come detto, sono 17 le raffinerie operative in Italia con una capacità totale di distillazione di circa 100 milioni di tonnellate/anno intesa come capacità effettiva tecnico-bilanciata, cioè quella supportata da impianti di lavorazione secondaria adeguati alla produzione di benzina e gasolio secondo specifica.

Nel corso dell'anno 2002, non vi sono state significative modifiche nella capacità dei principali impianti del sistema di raffinazione italiano.

Le lavorazioni complessive sono ammontate a 95,8 milioni di tonnellate (- 0,5 per cento rispetto al 2001), consentendo pressoché il pieno utilizzo degli impianti.

I rapporti di convenienza economica, espressi dai prezzi internazionali, hanno indotto a ridurre l'impiego di grezzo (- 1,5 per cento) ed a privilegiare le lavorazioni di semilavorati (+ 11,1 per cento). Sono risultate in diminuzione le lavorazioni per conto committente estero (- 7,0 per cento).

Il 2002 sarà ricordato come un "anno nero" per il settore della raffinazione che ha evidenziato i peggiori margini di lavorazione degli ultimi dieci anni con un andamento negativo che si è protratto per tutta la durata dell'anno.

I margini nella distribuzione sulla rete sono stati in media sostanzialmente positivi, pur in un clima contrassegnato da forte volatilità: nel corso dell'anno si sono alternate fasi di tendenziale recupero con più ampi periodi al ribasso.
Nell'extra-rete gli andamenti sono stati ancor più irregolari, con margini assai negativi, influenzati dalla congiuntura sfavorevole e dall'andamento climatico particolarmente mite.
In rapporto alla capitalizzazione, gli utili nel settore distributivo sono rimasti molto più bassi di altri comparti produttivi.
Si stima peraltro che nell'anno 2002 il settore abbia effettuato investimenti per 1137 milioni di euro, dei quali 432 nella raffinazione e 662 nella distribuzione.

Gli investimenti effettuati dal settore negli ultimi anni e quelli previsti per il prossimo futuro sono riportati in tabella 5 evidenziando, in particolare, quelli effettuati per finalità ambientali.

tabella 5

Gli investimenti del settore petrolifero (milioni di €)

	CONSUNTIVO 1991 - 2001	**CONSUNTIVO 2002**	**PREVISIONE 2003 - 2006**
RAFFINAZIONE TRADIZIONALE	4516	427	2299
- di cui per l'ambiente	*2575*	*155*	*1279*
GASSIFICAZIONE IDROCARBURI PESANTI	2636	5	20
DISTRIBUZIONE	4859	662	2315
- di cui rete punti vendita	*3915*	*613*	*2122*
ALTRI	236	49	24
TOTALE	11875	1137	4639
- di cui per l'ambiente	*5926*	*260*	*1756*

Fonte: Unione Petrolifera

Impatto ambientale del settore

Liste di inquinanti significativi in aria ed acqua definita in ambito UE

La direttiva IPPC e la Decisione della Commissione europea 2000/479/EC stabiliscono e regolano la costruzione del registro europeo delle emissioni di inquinanti (EPER, *European Pollutant Emission Register*).
Il decreto di recepimento della direttiva IPPC, D.Lgs. n. 372 del 4 agosto 1999, stabilisce la costruzione del registro nazionale delle emissioni inquinanti che alimenta l'EPER.
La UE ha predisposto le linee guida per la realizzazione dell'EPER e successivamente sono state emanate le linee guida ed il questionario nazionale per la realizzazione del registro nazionale delle emissioni inquinanti.
Tali linee guida e questionario costituiscono gli allegati al decreto ministeriale 23 novembre 2001 (G.U. n. 37 del 13 febbraio 2002, supplemento ordinario n.29) che stabilisce "Dati, formato e modalità della comunicazione di cui all'art. 10, comma 1, del decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372).

Le linee guida comunitarie e le linee guida nazionali per la costituzione dell'EPER contengono una lista di inquinanti, emessi in aria ed acqua, ritenuti significativi ai fini della costituzione dei registri delle emissioni (complessivamente 50) e sottoliste di tali inquinanti significative per ciascuna singola categoria IPPC (per le raffinerie la sottolista comprende 25 inquinanti, 18 significativi per le emissioni in aria e 17 per quelle in acqua). Ancorché non precisamente indirizzate alla valutazione dell'impatto ambientale delle raffinerie, le sottoliste EPER rappresentano comunque un'indicazione di minima delle emissioni di inquinanti che ciascun gestore deve considerare (valutandone l'applicabilità al proprio caso) ed eventualmente dichiarare annualmente, se superiori a determinate soglie.
La tabella 6 mostra gli inquinanti significativi per la categoria IPPC 1.2, quella delle raffinerie.

tabella 6

Inquinante / sostanza	Identificazione	Aria	Acqua	Soglia aria, kg/anno	Soglia acqua, kg/anno
1. Temi ambientali					
CH_4		X		100 000	
CO		X		500 000	
NMVOC		X		100 000	
NOx	come NO_2	X		100 000	
SOx	come SO_2	X		150 000	
Azoto totale	come N		X		50 000
2. Metalli e composti					
As e composti	totale, come As	X	X	20	5
Cd e composti	totale, come Cd	X	X	10	5
Cr e composti	totale, come Cr	X	X	100	50
Cu e composti	totale, come Cu	X	X	100	50
Hg e composti	totale, come Hg	X	X	10	1
Ni e composti	totale, come Ni	X	X	50	20
Pb e composti	totale, come Pb	X	X	200	20
Zn e composti	totale, come Zn	X	X	200	100
3. Sostanze organiche clorurate					
Composti organici alogenati	come AOX		X		1 000
4. Altri composti organici					
Benzene		X	X	1 000	
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)		X	X	50	5
Fenoli	come C totale		X		20
Carbonio organico totale (TOC)	come C totale o COD/3		X		50 000
5. Altri composti					
Cloruri	come Cl totale		X		2 000 000
Cloro e suoi composti inorganici	come HCl	X		10 000	
Cianuri	come CN totale		X		50
Fluoruri	come F totale		X		2 000
Fluoro e suoi composti inorganici	come HF	X		5 000	
PM10		X		50 000	
Numero di inquinanti	**25**	**18**	**17**		

Sempre il decreto legislativo 372 del 1999 stabilisce all'articolo 11, comma 1 e 2, l'obbligo per il governo italiano di trasmettere alla UE una comunicazione in merito ai limiti di emissione fissati per gli impianti soggetti al decreto stesso. Tale comunicazione recepisce le informazioni fornite dalle autorità competenti, per mezzo di un formulario emanato in conformità con quanto stabilito dalla Commissione UE. La Commissione ha recentemente emanato le linee guida per la comunicazione sui limiti di emissione, fissando un elenco di inquinanti, per ciascuna categoria di impianti IPPC, per i quali ciascuno stato membro deve fornire le proprie indicazioni.

La tabella 7 presenta il quadro degli inquinanti in aria ed acqua rilevanti nel caso delle raffinerie.

tabella 7

Inquinanti in atmosfera	**Inquinanti in acqua**
Macroinquinanti	**Macroinquinanti**
Particolato	Solidi in sospensione
PM_{10}	COD
CO	BODn
NOx	TOC (carbonio organico totale)
SOx	N totale
Metalli e composti	P totale
As e composti	**Metalli e composti**
Cd e composti	Cd e composti
Cr e composti	Hg e composti
Cu e composti	Ni e composti
Hg e composti	Pb e composti
Ni e composti	**Altri composti**
Pb e composti	Idrocarburi
Sn e composti	Fenolo
Zn e composti	Benzene
Altri composti	Cianuro
Benzene	Solfuro
PCDD/PCDF	MTBE
VOC	
H_2S	
NH_3	

Le due liste di inquinanti proposte in ambito UE non sono esattamente coincidenti per le raffinerie e dunque esse sono state fornite come esempio di tipologia d'impatto associabile al settore ma non saranno utilizzate nel seguito per caratterizzare e quantificare l'impatto medesimo.

Emissioni in atmosfera

Gli impianti di produzione di energia, i forni ed il cracking catalitico sono le sezioni di una raffineria dove si originano le maggiori emissioni in atmosfera di CO, CO_2, NO_X, particolato, SO_X. Tipicamente, il 60 % delle emissioni in atmosfera è originato dai processi di produzione energia. Anche le unità di recupero dello zolfo e le torce rappresentano una rilevante fonte emissiva. La rigenerazione dei catalizzatori (FCC – CO boiler) produce emissioni gassose e di particolato. I composti organici volatili (VOC) si originano dallo stoccaggio, dal caricamento e manipolazione dei prodotti, dalle operazioni di separazione oli – acqua (impianto trattamento acque di scarico), dalle flange, valvole, tenute e drenaggi. Altre emissioni in atmosfera comprendono H_2S, NH_3, BTX, CS_2, COS, HF e metalli (Ni, V ed altri) presenti nel particolato. In tabella 8 vengono indicati i dati quantitativi sulle principali emissioni dalle raffinerie negli ultimi anni.

tabella 8

Le emissioni in atmosfera delle raffinerie

ARIA		1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001
SOx	*(10^3t)*	218	190	189	162	148	108	110
NOx	*(10^3t)*	43	41	40	39	34	29	30
CO_2	*(10^3t)*	18117	17934	18450	21600	22700	24947	27063
PST	*(10^3t)*	8,0	7,1	4,9	5,2	4,4	3,8	3,7
VOC	*(10^3t)*	28,3	28,1	28,6	24,2	21,0	21,7	21
ZOLFO recuperato	%	27,8	28,5	28,4	33,0	38	42,5	45

Fonte: Unione Petrolifera 2001

Emissioni in acqua

Le acque di processo, il vapore e le acque di lavaggio sono state in contatto con i fluidi di processo e quindi contengono, oltre ad idrocarburi, H_2S ed NH_3. Analogamente le acque di raffreddamento, sebbene teoricamente non siano in contatto con i fluidi di processo, possono contenere inquinanti in basse concentrazioni che in ogni caso sono tali da causare un problema ambientale per effetto della notevole portata. Anche le acque meteoriche di dilavamento delle aree produttive contengono idrocarburi presenti in superficie; esse devono quindi essere trattate prima dello scarico.

Gli inquinanti presenti nelle acque di scarico, derivano principalmente da:

- unità di distillazione;
- visbreaking;
- trattamenti con idrogeno;
- cracking catalitico;
- hydrocracking;
- unità di servizio.

Le acque di scarico sono trattate in un impianto dedicato. Le acque di scarico con i blowdown possono essere contaminate da gas disciolti anche tossici, con conseguente possibile generazione di cattivi odori, da solidi sospesi e da idrocarburi. Quasi tutte le raffinerie conducono processi di distillazione in corrente di vapore con conseguente produzione di acque acide con elevate concentrazioni di ammoniaca, idrogeno solforato ed idrocarburi. Queste acque devono essere sottoposte ad un preventivo trattamento di

stripping prima di essere avviate all'impianto di depurazione. L'impianto di trattamento deve anche prevedere una idonea sezione per il trattamento delle acque di zavorra delle petroliere.
In funzione della loro origine, le acque di scarico di una raffineria presentano concentrazioni differenziate d'inquinanti come è riportato in tabella 9.

tabella 9

Presenza di inquinanti nelle acque derivanti da diverse unità produttive delle raffinerie (valori medi europei, fonte BRef)

Unità produttiva	Inquinante (mg/l)						
	Idrocarburi	H_2S	NH_3	Fenoli	BOD, COD, TOC	Cianuri	Solidi sospesi
Distillazione	50-500	50-500	50-500	≤50	50-500	-	50-500
Trattamenti con idrogeno	50-500	50-500	50-500	-	≤50	-	-
Visbreaker	50-500	50-500	50-500	50-500	50-500	≤50	≤50
Cracking catalitico	50-500	>500	>500	50-500	50-500	≤50	≤50
Hydrocracking	50-500	>500	>500	-	≤50	-	-
Oli lubrificanti	50-500	≤50	≤50	-	50-500	-	-
Soda	50-500	50-500	-	>500	>500	≤50	≤50
Acque di zavorra	≤50	-	-	≤50	≤50	≤50	≤50
Servizi	≤50	-	-	-	≤50	-	-
Fognatura urbana	-	-	≤50	-	≤50	-	50-500

In tabella 10 sono riportati gli intervalli di concentrazione degli inquinanti presenti nelle acque di scarico oleose dopo i pretrattamenti di separazione olio e prima dello scarico finale. Sono anche riportati i carichi specifici per unità di prodotto trattato.

tabella 10

Concentrazioni di inquinanti nelle acque di scarico e carico sversato (valori medi europei, fonte BRef)

Parametro	Intervallo di concentrazione dopo i pretrattamenti *(mg/l)*		Concentrazione allo scarico *(mg/l)*	Carico specifico *(kg/t di prodotto)*
	Media	*Valore massimo*		
pH	7	10	6-9	
Temperatura (°C)	25	45	10-35	
Idrocarburi	40	100	0,05-9,8	0,01-4,5
COD	30	700	30-225	3-125
BOD_5	150	400	2-50	0,5-25
Solidi sospesi	10-20	75	2-80	1-50
Fenoli	12	40	0,03-1	0,01-0,25
Solfuri	5	15	0,01-1	
Azoto Kjeldahl	25	50	5-35	
Azoto totale	25	50	1,5-100	1-100
Fosfati	5	20	0,1-1,5	
MTBE[1]	0-3	15	<1	
Fluoruri[1,2]	0-30	60	1-20	
Cianuri[1]	0-3	5	0,03-1	
IPA (Borneff)	0,1	0,5	0,005-0,05	
Benzopirene		0,01-0,1	<0,05	
BTEX	5	10	<0,001-3	
Benzene		10	<0,001-1	
Metalli pesanti	1	2	0,1-1	
Cromo		100	0,1-0,5	
Piombo		10	0,2-0,5	

[1]In dipendenza della presenza in raffineria di linee di processo specifiche
[2]Scarico misurato su una sola raffineria

Produzione di rifiuti

La produzione di rifiuti di una raffineria è stimata in 0,01-2 kg/t di grezzo trattato. L'80 % di questi rifiuti è da considerare pericoloso. In tabella 11 è riportata la ripartizione percentuale fra le tipologie di rifiuti prodotti.

tabella 11

Ripartizione percentuale delle tipologie di rifiuti prodotti (valori medi europei, fonte BRef)

Tipologia di rifiuto	**Ripartizione percentuale**
Fanghi da vasche API e flottatori	41,8
Fanghi biologici	30,2
Fanghi trattamento acque di caldaia	13,0
Fanghi di fondo serbatoi	7,1
Fanghi diversi	6,7
Fanghi di dissalazione	0,8
Fanghi da impianto alchilazione	0,3
Rifiuti di origine non petrolifera	
Urbani	43,8
Da demolizione	41,9
Rottami metallici	14,3
Altri rifiuti di raffineria	
Terreno contaminato	26,3
Catalizzatori FCC	19,4
Altri rifiuti	15,5
Rifiuti oleosi diversi	8,9
Ceneri da incenerimento	6,0
Soda esausta	6,0
Altri catalizzatori	4,7
Catalizzatori desolforazione	3,2
Argilla esausta	2,7
Incrostazioni di serbatoi	2,4
Sorbenti	1,9
Desolforazione fumi	1,3
Reattivi esausti	1,2
Catalizzatore reforming	0,4
Tar acido	0,2

Inquinamento del suolo e della falda

Le raffinerie hanno generalmente aree del suolo contaminate da perdite avvenute in epoche passate. Sebbene oggi largamente contenuto, il fenomeno della contaminazione del suolo, e potenzialmente della falda, è tenuto sotto controllo in termini di prevenzione di ulteriori perdite e di decontaminazione.
L'autorizzazione integrata ambientale, ai sensi della direttiva IPPC, dovrà prevedere disposizioni in materia di salvaguardia del suolo e del sottosuolo dai fenomeni d'inquinamento, ma non comprenderà le prescrizioni di decontaminazione, aspetti che saranno invece oggetto dell'applicazione della vigente normativa in materia di bonifiche dei suoli.

Altri problemi ambientali

Altri problemi di carattere ambientale possono sorgere da odori e rumori molesti: per questi motivi va posta particolare attenzione alle tecnologie di abbattimento delle emissioni gassose ed al funzionamento delle torce, dei compressori, dei refrigeranti ad aria e turbine.
Un altro problema ambientale può essere originato da un forte utilizzo delle torce che potrebbe comportare inquinamento di tipo luminoso notturno.
Questi problemi sono naturalmente tanto più importanti quanto più la raffineria è localizzata in aree densamente popolate.

Consumo attuale delle raffinerie (energia, acqua, chemicals)

La capacità dei singoli impianti di combustione, presenti nelle raffinerie europee, varia largamente da meno di 10 a 200 MW_{th} e la capacità totale installata da parecchie centinaia a più di 1500 MW_{th} nelle raffinerie di maggiore capacità.
Il consumo energetico medio europeo, secondo il BRef comunitario, risulta pari a 470 GWh per milione di tonnellate di grezzo lavorato. Questo dato corrisponde ad un consumo termico pari al 40.000 kcal (4 kg FOE) per 100 kg di grezzo lavorato. Calcolare l'effettivo consumo, in termini dei combustibili impiegati, non è possibile in quanto i rendimenti energetici degli impianti fornitori di utilities delle diverse raffinerie non sono noti.

Il dato globale italiano (2002) dei prodotti impiegati per la produzione delle utilities indica un valore pari al 6,8% peso sul grezzo lavorato (Relazione Unione Petrolifera 2003). Il dato è comprensivo della quota di elettricità prodotta e consumata in raffineria.
La raffineria impiega anche grossi quantitativi di acqua, che dipendono dalla sua configurazione e dal sistema impiegato per il raffreddamento. Il BRef indica per le raffinerie europee un consumo pari a 0.2-4.5 t di acqua per t di grezzo.
Infine la quantità di chemicals usati nelle raffinerie europee è, secondo il BRef, pari a circa 0.3 kg per tonnellata di grezzo lavorato.

Sintesi dell'impatto ambientale di settore

Nelle successive tabelle (tabella 12 e tabella 13) vengono presentati i principali indicatori ambientali per le raffinerie italiane, valutandone sia il confronto con le raffinerie europee che l'andamento storico negli ultimi anni.

tabella 12

Principali indicatori ambientali
(kg/t grezzo lavorato)

Emissioni in aria	Raffinerie Italiane (1)	Raffinerie Europee (2)
SOx	0,066-4,5	0,03-6
NOx	0,015-0,78	0,06-0,7
CO_2	18,7-736,26	20-820
PST	0,01-0,125	0,001-3
VOC	0,027-0,408	0,05-6
CO	0,059-0,145.	0-0,08

(1) Dichiarazioni EPER 2003
(2) Fonte BRef (febbraio 2003)

Emissioni in acqua	Raffinerie Italiane (1)	Raffinerie Europee (2)
Olio	0.00084	0.0018 (3)
BOD	n.r.	0.018-0.18
COD	0.191	0.35-1.125
SST	0.111	0.07-0.375

(1) Fonte Unione Petrolifera (2001)
(2) Fonte BRef
(3) Fonte Concawe (1997)

tabella 13

Andamento negli anni 1993 – 2001 dei principali indicatori ambientali (kg/t grezzo lavorato)

Emissioni in aria	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001
SO_x	2,54	2,34	2,09	2,08	1,62	1,53	1,10	1,11
NO_x	0,520	0,462	0,450	0,440	0,390	0,35	0,30	0,30
CO_2	182	195	197	203	216	234	254	272
PST	0.0880	0.0864	0.0778	0.0534	0,0520	0,045	0,039	0.037
VOC	0,306	0,305	0,309	0,314	0,24	0,22	0,22	0,21

Emissioni in acqua	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001
COD	0,249	0,249	0,247	0,220	0,197	0,188	0,173	0,191
SST	0,177	0,153	0,155	0,169	0,138	0,122	0,115	0,111
Oli minerali	0,00345	0,00343	0,00340	0,00130	0,00136	0,00101	0,00089	0,00084

Rifiuti	1993	1994	1995	1996	1998	1999	2000	2001
TOTALI	1,50	1,55	1,20	1,39	1.84	1,68	2,21	2,11

Fonte: Unione Petrolifera

D DESCRIZIONE DEL PROCESSO DI PRODUZIONE, DEGLI EVENTUALI SOTTOPROCESSI E DEGLI IMPIANTI PER I QUALI SONO ANALIZZATE LE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Il petrolio è costituito da una miscela di diversi idrocarburi e da piccole quantità di impurezze. Il petrolio viene raffinato attraverso una complessa combinazione di molteplici processi presenti nelle raffinerie, formulando numerosi prodotti finiti commerciali quali GPL, benzine, gasoli, oli combustibili, lubrificanti, bitumi, ed altri prodotti destinati soprattutto alla petrolchimica.

Nel mondo sono attualmente in esercizio circa 700 raffinerie ed ognuna è caratterizzata da una configurazione diversa in termini di capacità, di tipologia di impianti utilizzati e di distribuzione dei prodotti ottenuti.

Inoltre si è ormai affermato definitivamente il concetto di "raffineria aperta", in cui la materia prima non è più costituita dal solo grezzo, ma anche da semilavorati leggeri, medi e pesanti provenienti da altre raffinerie, da componenti della benzina (MTBE, benzina di cracking, alchilato ad es.) e da ritorni dalla petrolchimica.

Il ciclo di lavorazione delle raffinerie, necessario a formulare prodotti finiti commerciali a partire dal petrolio grezzo, consiste in una progressiva separazione delle varie frazioni idrocarburiche e nel loro successivo trattamento per assicurarne gli idonei requisiti chimico-fisici richiesti dalle applicazioni commerciali.

La prima operazione cui è sottoposto il grezzo in raffineria è quella di dissalazione (*desalting*) per eliminarne i composti indesiderati presenti in fase acquosa e che potrebbero generare incrostazioni e corrosioni nelle unità in cui successivamente è inviato. Alla dissalazione segue sempre la distillazione atmosferica (topping). In questa unità il petrolio viene frazionato in diversi "tagli" in funzione del loro intervallo di distillazione.
Il residuo della distillazione a pressione atmosferica viene generalmente inviato ad un'unità sottovuoto (vacuum) per massimizzare la separazione delle frazioni leggere ancora in esso contenute.

A valle dei processi di distillazione primaria, che ormai costituiscono solo una sorta di trattamento di base del grezzo, sono sempre necessari i processi di conversione il cui scopo è quello di modificare le rese di raffinazione a favore dei prodotti più pregiati quali kerosene, benzine e gasolio. Questa tipologia di processi prevede la conversione delle catene idrocarburiche più pesanti in composti più leggeri e la trasformazione di determinati tagli petroliferi in componenti di più alta qualità commerciale.

Le frazioni petrolifere più pesanti possono essere alleggerite mediante rottura (cracking) delle molecole più complesse e ciò può essere realizzato per via termica, catalitica o per idrogenazione. In tal modo si riescono ad ottenere dai residui pesanti della distillazione quantitativi addizionali di prodotti con le stesse caratteristiche dei distillati leggeri, senza accrescere la quantità di grezzo lavorato.

Nelle raffinerie più semplici (hydroskimming), a valle della distillazione primaria, sono previsti unicamente processi di reforming dei componenti benzina che, mediante modificazioni strutturali delle molecole in essi contenute, ne determinano l'innalzamento del potere antidetonante (numero d'ottano) e processi di desolforazione necessari a ridurre il tenore di zolfo delle varie frazioni idrocarburiche e quindi a formulare i prodotti finiti nel rispetto dei limiti allo zolfo contenuti nelle specifiche commerciali. Nelle raffinerie hydroskimming i quantitativi di prodotti finiti producibili dipendono esclusivamente dalla qualità del grezzo processato.
Nelle raffinerie non hydroskimming sono presenti processi di conversione il cui numero e configurazione varia fortemente da raffineria a raffineria.

Di seguito vengono illustrati i principali processi di conversione in uso nelle raffinerie italiane:

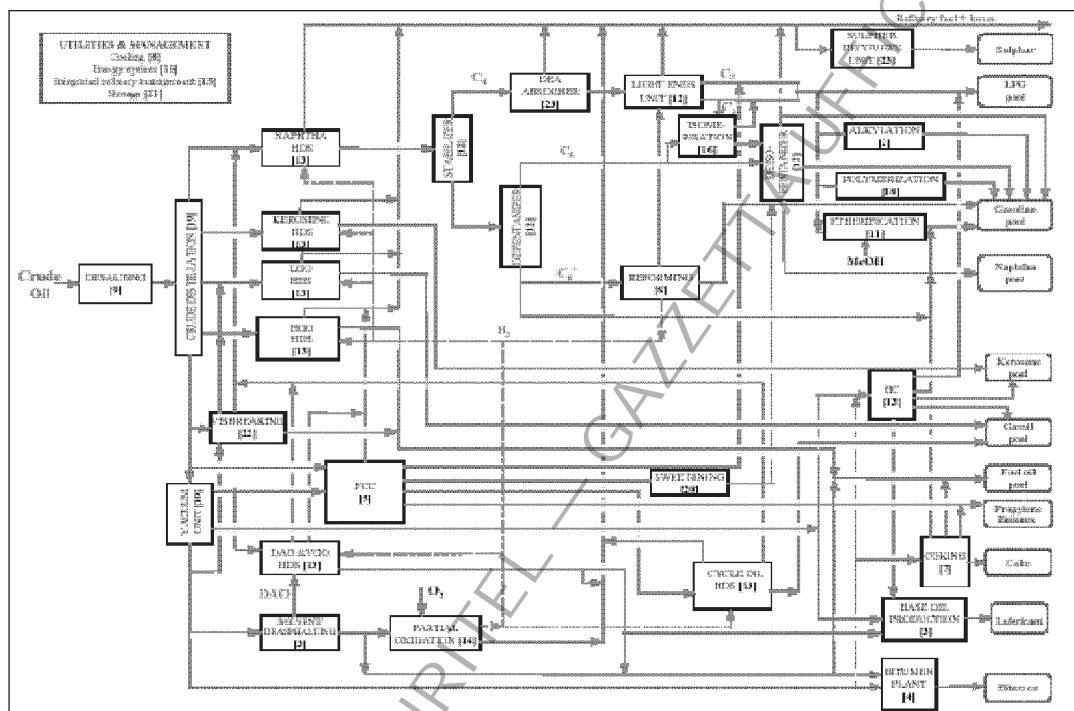
- Visbreaking: è un processo di cracking termico moderato che ha lo scopo di ridurre la viscosità (viscosity breaking) dei residui pesanti con una modesta produzione di idrocarburi leggeri e gas.
- Thermal cracking: determina la rottura delle catene idrocarburiche pesanti mediante l'innalzamento della temperatura (piroscissione) consentendo la produzione addizionale di benzine e di distillati medi.
- Cracking catalitico: processo di conversione che per la presenza di un catalizzatore consente di raggiungere la piroscissione a temperature più basse incrementando notevolmente sia la resa in distillati medi e leggeri che la loro qualità; è fondamentale per massimizzare la produzione di benzine e gasoli per rispondere all'attuale assetto del mercato dei prodotti petroliferi.
- Hydrocracking: processo di conversione in presenza di idrogeno che massimizza la produzione di benzine e gasoli di buona qualità; richiede un fabbisogno di idrogeno che se non disponibile in raffineria deve essere prodotto in impianti ad hoc.
- Coking: processo di cracking termico spinto che trasforma i residui pesanti in frazioni leggere e coke di petrolio.
- Gassificazione: processo di gassificazione dei residui che produce gas di sintesi da destinare alla produzione termoelettrica azzerando la produzione di residui pesanti.

Altri processi a supporto delle operazioni di raffinazione intervengono su determinati tagli petroliferi per migliorarne le caratteristiche qualitative. Tra questi ricordiamo:

- Isomerizzazione: trattamento che migliora il numero d'ottano dei componenti più leggeri provenienti dalla distillazione primaria, attraverso modifiche della struttura molecolare.
- Alchilazione: processo che ricompone in benzina pregiata parte dei componenti provenienti da altri processi, soprattutto cracking e reforming.
- Impianti Lube: processi dedicati alla produzione delle diverse tipologie di lubrificanti; essendo i lubrificanti prodotti speciali solo pochi grezzi sono adatti a tali produzioni.

- Impianti bitume: dedicati alla produzione di bitume secondo le esigenze del mercato locale.

Esistono infine una serie di processi non direttamente dedicati alla produzione di componenti idrocarburici ma indispensabili per il corretto funzionamento delle raffinerie quali ad esempio la centrale termica, il recupero zolfo i sistemi di trattamento acque e gas, i sistemi di raffreddamento ad acqua, i sistemi di torcia, gli stoccaggi sia di materie prime che di prodotti, la produzione additivi, ecc.

Schema esemplificativo di una raffineria complessa

Fonte:BRef

Altri complessi industriali che non possono essere definiti come raffinerie ma che sono strettamente collegati con esse sono:

- stabilimenti per la rigenerazione degli oli lubrificanti esausti: sono impianti destinati alla rigenerazione degli oli usati. Il ciclo di lavorazione si basa sulla tecnologia PDA (propane deasphalting), basata sulla deasfaltazione al propano degli oli lubrificanti usati, combinata con un impianto di idrogenazione.; la produzione di basi lubrificanti rigenerate è pari al 60 % circa della carica in ingresso.
- stabilimenti per la produzione solventi e additivi: in alcuni impianti si producono solventi ed additivi, insieme, in alcuni casi, a benzine avio o benzine da competizione; in particolare, gli additivi hanno la funzione di migliorare la qualità dei prodotti, per esempio degli oli lubrificanti.

E DESCRIZIONE DELLE ANALISI ELABORATE IN AMBITO COMUNITARIO PER LA INDIVIDUAZIONE DELLE MTD, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO, OVE DISPONIBILI, ALLE CONCLUSIONI DEI BREF

Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per lo specifico settore

I lavori di Siviglia per l'elaborazione del BRef sono stati condotti da circa 40 esperti, provenienti dalle autorità nazionali, dal settore industriale e da associazioni ambientaliste, sotto il coordinamento della Commissione europea. Dato il carattere tipicamente internazionale del settore anche esperti non europei hanno partecipato ai lavori.

Le raffinerie sono impianti molto complessi che presentano al proprio interno numerose unità di processo altamente integrate tra di loro che determinano quindi configurazioni industriali estremamente diversificate. Le raffinerie in particolare si differenziano, per la complessità del processo, la flessibilità nei volumi, la tipologia e la qualità dei prodotti in carica ai singoli impianti di lavorazione, le dimensioni, le caratteristiche tecniche ed integrazioni di flussi fra le unità, i prodotti e le miscele di prodotti in uscita dagli impianti, i sistemi di monitoraggio e di controllo degli aspetti ambientali, ecc. In aggiunta le raffinerie si differenziano nelle strategie di produzione, nella situazione di mercato, nella localizzazione, nell'età e nella evoluzione storica costruttiva, nella diversa disponibilità di infrastrutture e di servizi locali ambientali.

L'identificazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD) in ambito comunitario, fermi restando gli elementi di cui all'allegato IV della Direttiva 96/61/CE, è stata quindi effettuata tenendo conto in particolare di tali fattori specifici, molto importanti per il settore petrolifero.

Il BRef della raffinazione è stato pertanto impostato per fornire le informazioni necessarie agli operatori, agli Stati membri e alle Autorità per la scelta delle tecniche più appropriate tenendo conto degli obiettivi generali della Direttiva IPPC e delle considerazioni locali.
Nel BRef sono state identificate oltre 200 MTD come sintesi di tutti i documenti raccolti dalla Commissione nel corso dei lavori di Siviglia (circa 350 documenti ed 8 rapporti). Il livello di consenso raggiunto è stato accettabile considerando la complessità del settore in Europa. Sono state tuttavia registrate 27 "posizioni differenziate" dei vari Stati Membri, a conclusione dei lavori.

I criteri più rilevanti per la determinazione delle MTD sono stati le prestazioni ambientali e gli effetti cross-media. Comunque, affinché una MTD fosse considerata tale doveva essere anche ampiamente dimostrata la sua applicabilità nel settore specifico con esempi reali in campo industriale.

Altri fattori come il tipo di grezzo impiegato, il mix dei prodotti raffinati, la configurazione del processo, le condizioni e la struttura del mercato, hanno influenzato

profondamente la scelta delle MTD per le singole realtà locali. Anche le diverse priorità ambientali sul territorio europeo rafforzano l'esigenza di scelte mirate a livello locale.

Tra i vari aspetti ed obiettivi ambientali indicati nel BRef, sono da ritenersi i più importanti per le raffinerie :
- aumento dell'efficienza energetica
- riduzione delle emissioni di ossidi di azoto
- riduzione delle emissioni di ossidi di zolfo
- riduzione delle emissioni di particolato
- riduzione delle emissioni di composti organici volatili
- riduzione della contaminazione delle acque e dei suoli.

Poiché la prospettiva di costruzione di nuovi impianti in Europa è remota, il miglioramento ambientale nel settore è normalmente ottenuto attraverso l'applicazione delle MTD agli impianti esistenti (il cosiddetto revamping). Nella valutazione della scelta delle MTD, si deve tener presente che potrebbe essere molto difficile adottarne alcune (es. sostituire un processo con un altro) in impianti esistenti. E' evidente, infatti, che il cambiamento dalla tecnica già in uso, con l'applicazione di una più rispettosa dell'ambiente, potrebbe comportare costi ambientali ed economici (es. la dismissione dell'impianto o attrezzatura esistente) talmente significativi da controbilanciare negativamente i vantaggi economici e ambientali dell'applicare tale nuova tecnica. Di conseguenza, l'applicazione di alcune MTD può risultare giustificata solo in grandi modifiche, cambiamenti e nuove installazioni. Gli impianti esistenti possono inoltre avere fattori limitanti, come limiti di spazio o altezza, che impediscono la piena adozione di alcune di queste tecniche. Una valutazione appropriata può essere fatta solo a livello locale o di sito. Nel BRef pertanto, ove possibile, rilevante e quantificabile si è tenuto conto delle differenze tra impianti esistenti e nuovi. Alcune di queste limitazioni sono state indicate, congiuntamente alla descrizione di determinate MTD, nel seguito del documento.

Una delle questioni più controverse nell'identificazione delle MTD, per le raffinerie, è stato l'approccio da adottare per integrare le tecniche nei processi di raffinazione. Per perseguire un approccio ambientale integrato nelle raffinerie è importante tener presente che l'integrazione riguarda gli aspetti ambientali sia all'interno di una singola unità, sia della raffineria nella sua globalità, considerata come un solo impianto. Ad esempio se una raffineria decidesse di costruire una nuova unità o di sostituire un'unità esistente, le operazioni della nuova unità probabilmente influenzerebbero le operazioni di numerose (talvolta di tutte) altre unità all'interno della raffineria stessa e conseguentemente le performance ambientali dell'intera raffineria nella sua globalità.

Nel BRef è stata al riguardo adottata la conclusione che entrambi gli approcci devono essere presi in considerazione nella scelta delle MTD e quindi il Capitolo E è stato diviso in due sezioni, una per le MTD generali applicabili all'intera raffineria e dirette ad esempio a controllare uno specifico inquinante, l'altra per le MTD specifiche per ogni singolo processo, dirette quindi a controllare l'impatto sull'ambiente di quello specifico impianto.

La sostenibilità economica rappresenta un altro criterio importante ed in questo caso le discussioni nel corso dell'elaborazione del BRef comunitario hanno condotto alla ovvia conclusione che tanto più complessa e costosa è la tecnica considerata tanto più articolata e dettagliata deve essere l'analisi economica che la sostiene.

Oltre a fattori specifici come i prodotti, il tipo di grezzo lavorato, il tipo di raffineria, le problematiche ambientali nell'area di interesse, anche i costi reali per l'applicazione di una tecnica in un sito possono essere differenti rispetto ad un altro sito influenzando, pertanto, la decisione a livello locale circa l'adozione di una certa tecnica di processo o di abbattimento dell'inquinamento.

Per un impianto esistente, le cui performance ambientali risultano già vicine alle performance delle MTD, risulta appropriato considerare il margine aggiuntivo costi-efficacia dell'implementazione di una nuova misura al fine di raggiungere il livello delle MTD. Nel valutare se una tecnica è "disponibile" si deve tener conto, in generale, del concetto di costi-efficacia (tenendo conto dei costi di investimento e di operatività) come un utile strumento per confrontare le MTD con tecniche alternative che possono raggiungere analoghi livelli di prevenzione o controllo dell'inquinamento. I valori dei costi rapportati all'efficacia (es. i costi per ridurre di una tonnellata all'anno le emissioni di SO_2) possono essere utili elementi per l'individuazione delle MTD.

Metodi per individuare le MTD

In linea generale si possono considerare due approcci.

- Il cosiddetto approccio *bottom-up*, che corrisponde con l'approccio analitico di dettaglio delle " MTD specifiche " ove ogni processo/attività presente nella raffineria viene analizzato, singolarmente, dal punto di vista ambientale. Questo approccio riconosce già che alcuni problemi sono comuni o integrati in tutti gli impianti (così dette attività orizzontali, come sistemi energetici, stoccaggi, raffreddamento e gestione integrata di raffinerie) e che devono essere analizzati nell'ambito dell'intero stabilimento.
- Il cosiddetto approccio *top-down* o di bolla, dove un certo traguardo ambientale è riferito all'intero stabilimento. L'approccio di bolla è generalmente applicato nelle legislazioni ambientali delle raffinerie, in particolare per le emissioni in atmosfera.

Tipicamente la complessiva riduzione delle emissioni, nelle raffinerie, si raggiunge dalla combinata applicazione dei due approcci su menzionati tramite un miglioramento combinato sia della performance dei singoli processi/attività (MTD specifiche) sia della performance dell'intero/integrato stabilimento (MTD generali, bolla di raffineria).
A seguito delle notevoli differenze tra le raffinerie, l'insieme delle misure che conducono al più basso livello di emissioni a costi accettabili può variare, anche significativamente, da una raffineria all'altra.

Sono da considerarsi MTD generali, relative agli aspetti ambientali comuni ed integrati nell'intera raffineria:
- l'adozione di un efficace sistema di gestione ambientale.

- la gestione globale delle emissioni convogliate in atmosfera (bolla di raffineria) ed in particolare:
    gestione globale delle emissioni di SO_X: emissioni di SO_X da combustione, impianti di desolforazione dei fumi (FGD); emissioni di SO_X da impianti di conversione; emissioni di SO_X da sistemi di recupero zolfo,
    gestione globale delle emissioni di NO_X,
    tecniche combinate per l'abbattimento di SO_X, NO_X e particolato,
    gestione globale delle emissioni di particolato e CO,
- gestione ottimale dell'acqua;
- la gestione integrata e il miglioramento dell'efficienza energetica;
- il monitoraggio.

Sono da considerarsi MTD specifiche relative agli aspetti ambientali:
- l'adozione di tecniche applicabili ai specifici singoli impianti/unità di processo (per esempio desalter, impianti di distillazione atmosferica e sotto vuoto, FCCU, impianti recupero zolfo SRU, alchilazione, isomerizzazione, etc.)
- l'adozione di tecniche applicabili a singole specifiche attività (per esempio riduzione dei VOC, trattamento acque, rifiuti e suoli contaminati)

Aspetti tecnici, tecnologici e ambientali e migliori tecniche dello specifico settore

Adozione di un efficace sistema di gestione ambientale

Si considera MTD l'adozione, volontaria, di Sistemi di Gestione Ambientale, che prevedono la formulazione ed attuazione di una formale politica ambientale ed assicurano: a) il perseguimento di un miglioramento continuo, b) l'identificazione degli aspetti ambientali significativi, c) la definizione di indicatori e di programmi che individuano obiettivi ambientali, d) il loro perseguimento ed i connessi controlli operativi e le azioni correttive, e) la sorveglianza e il monitoraggio, f) l'addestramento e la sensibilizzazione del personale, g) *audits* e riesami, h) comunicazioni con l'esterno.
Il sistema di gestione in questo documento è inteso come una MTD necessaria ma non sufficiente e, per essere efficace, deve essere totalmente integrato con tutte le altre tecniche operative e tecnologie MTD selezionate per la specifica raffineria.

Gestione globale delle emissioni convogliate in atmosfera - La bolla di raffineria

Il concetto di bolla si riferisce generalmente alle emissioni in atmosfera di SO_X, ma viene spesso applicato anche alle emissioni di NO_X, polveri (metalli in esse presenti) e CO. Il concetto di bolla è uno strumento di regolamentazione adottato in vari paesi dell'Unione Europea. L'approccio di bolla per le emissioni in atmosfera considera la raffineria come un "singolo insieme virtuale".

L'applicazione del concetto di bolla trova la sua motivazione in considerazioni tecniche, economiche ed ambientali.
- La motivazione tecnica deriva dalla complessità degli impianti e l'integrazione dei processi: il numero elevato dei punti di emissione, le interrelazioni tecniche ed

economiche tra tipo di carica, tipi di lavorazione e le variazioni in differenti condizioni operative in relazione alle tipologie, quantità e caratteristiche dei vari prodotti.

- Dal punto di vista economico le raffinerie, nel concetto di bolla, possono utilizzare in maniera flessibile, nei diversi impianti e in differenti momenti, i combustibili prodotti nel proprio ciclo interno di lavorazione. Ciò consentirebbe di:
  - scegliere la miglior soluzione costi-efficienza per ridurre le emissioni
  - far fronte alle opportunità del mercato/disponibilità dei grezzi e alla situazione variabile di domanda–offerta per i prodotti petroliferi
  - operare in un ambiente competitivo.
- Dal punto di vista ambientale le autorità dovrebbero definire condizioni di emissione in linea con gli obiettivi e le necessità ambientali, tenendo tuttavia conto della flessibilità delle operazioni delle unità di processo e nella scelta delle varie tecniche ed opzioni economiche per adempiere i requisiti energetici della raffineria in condizioni di mercato competitive. Ciò permette una facile comparazione delle performance di emissione di una raffineria e tra le varie raffinerie.

Per una corretta ed efficace applicazione del concetto di bolla i livelli delle emissioni devono essere definiti in maniera trasparente e chiaramente quantificabile. Ciò include:

1. una precisa identificazione degli inquinanti coinvolti nella bolla;
2. l'approccio usato per definire la bolla (concentrazione di bolla e carico della bolla);
3. una lista precisa di tutti gli impianti inclusi nel concetto di bolla;
4. i corrispondenti volumi di fumi emessi e le corrispondenti condizioni di misurazione (es. in condizioni standard, secco);
5. i dati di riferimento (contenuto d'ossigeno e periodo su cui è calcolata la media (giornaliera, mensile, annuale, triennale etc.).

Nella valutazione e scelta delle MTD devono essere valutati sia gli effetti ambientali delle singole unità che dell'intera raffineria.
Per l'applicazione del concetto di bolla nelle raffinerie italiane si veda il capitolo I di questo documento.

Gestione globale delle emissioni di SO_X
Lo zolfo è un componente intrinsecamente presente nei grezzi introdotti e lavorati in raffineria. Tutto lo zolfo che entra in raffineria con il grezzo esce, per bilancio materiale, dalla raffineria stessa tramite i seguenti tre percorsi:

1. zolfo contenuto nei prodotti finiti;
2. zolfo recuperato all'interno della raffineria nell'impianto di recupero zolfo (impianto Claus) o recuperato in altri impianti di abbattimento, qualora presenti;
3. SO_X nelle emissioni atmosferiche generate da:
   - impianti di combustione (forni di processo, caldaie per la produzione di vapore, turbine a gas/liquidi, etc);
   - alcune unità di processo (FCCU, coking, etc.);
   - incenerimento di gas residui contenenti H_2S non totalmente recuperato negli impianti di recupero zolfo (Claus, Tail Gas Clean up) o da incenerimento di altri gas residui contenenti H_2S.

La problematica della riduzione dello zolfo viene quindi studiata ed affrontata sempre in maniera integrata tenendo conto simultaneamente di tutte le possibili limitazioni, implicazioni ed impatti sugli approvvigionamenti di grezzo, sulle specifiche dei prodotti e sul loro mercato, sui benefici ambientali ottenibili, sulle capacità di recupero interno dello zolfo e sugli investimenti/costi necessari a dette operazioni. Il totale quantitativo di zolfo in ingresso in raffineria dipende dal contenuto di zolfo nel grezzo acquistato (tipo di grezzo) e dal volume dello stesso[1].

Dal punto di vista del controllo delle emissioni di SO_X (ed anche NO_X, polveri, CO) le raffinerie vengono operate con il concetto di "bolla", quindi, in via generale, il controllo della conformità ai limiti di emissione fissati nell'autorizzazione non è basato sulle emissioni del singolo impianto, ma sulla raffineria nella sua globalità. Tale tecnica consente una gestione ottimale dello zolfo poiché permette di effettuare le riduzioni/controllo delle emissioni utilizzando e selezionando tra le diverse le opzioni quelle operativamente e tecnicamente più efficaci e a costi incrementali più sostenibili in ogni singola raffineria e in ogni configurazione operativa.

Emissioni di SO_X da combustione

La formazione di SO_X è determinata esclusivamente dal contenuto di zolfo nel combustibile, gas e/o liquido, bruciato nei forni di processo e nelle caldaie per la produzione di vapore. Pertanto le alternative per la riduzione di SO_X sono la rimozione dello zolfo dai combustibili prima della loro combustione (ad esempio utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo) e il trattamento per la desolforazione dei fumi generati dalla combustione stessa.

- Utilizzo di combustibili a basso contenuto di zolfo. Questa è sempre l'opzione tecnica primaria. Teoricamente bruciare 100% di gas desolforati (senza uso di combustibili liquidi) ridurrebbe a zero le emissioni di SO_X da combustione. In termini reali, tuttavia, le raffinerie già utilizzano tutto il gas disponibile, generato internamente nei vari processi di lavorazione, dopo averne ridotto al minimo il contenuto di H_2S, tramite lavaggio/scrubbing negli impianti di trattamento ad ammine. Queste unità di trattamento (descritte nel seguito) sono presenti nelle raffinerie ed attualmente hanno efficienze di lavaggio variabili, raggiungendo, mediamente, concentrazioni di zolfo (al tenore di ossigeno del 3%) nel gas lavato di circa 300-700 mg/Nm^3 ed in alcuni casi 150 mg/Nm^3 o inferiori qualora il gas venga utilizzato per consentire corrette condizioni operative in turbine a gas (i nuovi impianti di trattamento possono ottenere 150 mg/Nm^3 di H_2S, come specifica di progetto; in pratica, durante le normali operazioni, si conseguono valori più bassi; gli impianti esistenti invece possono essere modificati sino ad ottenere 150-300

[1] A questo riguardo si tenga presente che la maggior parte dei grezzi tipicamente lavorati e processati nelle raffinerie italiane ha un contenuto medio/alto di zolfo in quanto proveniente dal Medio Oriente e dal Golfo Persico. Con riguardo ai prodotti finiti è anche nota l'attuale situazione di specifiche estremamente restrittive per lo zolfo, alla quale si è pervenuti progressivamente negli anni per richiesta di mercato o per legislazione nazionale o europea, proprio per obiettivi ambientali locali o transfrontalieri. Ciò ha comportato la riduzione drastica di produzioni di oli combustibili (circa 37 milioni di tonnellate nel 1980, 27 nel 1990,14 nel 2001) e di specifiche estremamente restrittive per benzine e gasoli (50 ppm zolfo richiesti nel 2005 e 10 ppm nel 2008).

mg/Nm^3). Questo livello di zolfo nel fuel gas è, in ogni caso, significativamente più basso di quello contenuto in un distillato come ad esempio gasolio, e 20-30 volte migliore di un *fuel oil* convenzionale a basso tenore di zolfo (1%).

- Il miglioramento dell'efficienza del trattamento ad ammine per ottenere contenuti di zolfo intorno a 100 ppmv, potrebbe essere una strada praticabile per ridurre le emissioni di SO_X. Si deve tuttavia tener conto che l'H_2S rimosso dal trattamento dovrebbe essere inviato, per il recupero, nell'impianto Claus e quest'ultimo spesso ha già tutta la sua capacità impegnata, pertanto una sua espansione potrebbe comportare costi significativamente alti, spesso non giustificati dal beneficio ottenibile. Un'ulteriore tecnica per recuperare l'H_2S è quella di migliorare l'efficienza delle unità di recupero zolfo (Tail Gas Clean Up), come descritto nel seguito.
  Attualmente nessuna raffineria ha una disponibilità di quantitativi di fuel gas tali da soddisfare al 100% le proprie necessità di combustione per la produzione di calore, e pertanto per le necessità incrementali vengono utilizzati combustibili liquidi, come il fuel oil, con contenuto di zolfo. Un'alternativa da considerare può essere l'acquisto di gas naturale, ma si deve tener sempre presente la sua disponibilità locale, i costi, la sostituzione o la verifica dei bruciatori e delle caratteristiche dei forni, la necessità di trovare soluzioni convenienti/acquirenti per il fuel oil (sarebbe fattibile solo in quelle raffinerie che hanno una sufficiente capacità di impianti di conversione per utilizzare le eccedenze di fuel oil createsi).
  In tabella 14 sono riportate le emissioni attese di SO_x (mg/Nm^3) da forni e caldaie, in funzione dei vari tipi di combustibile utilizzati.

tabella 14

Emissioni di SO_X attese da forni e caldaie, mg/Nm^3

	Fuel gas	**Comb. liquido di raffineria: 0,2% S**	**Comb. liquido di raffineria: 1% S**	**Comb. liquido di raffineria: 3% S**
Forni di processo	5-100	350	1700	5000
Caldaie	5-100	350	1700	5000

Impianti di desolforazione dei fumi (FGD)

La desolforazione dei fumi è una tecnica, cosiddetta secondaria, mediante la quale gli SO_X vengono rimossi dai fumi di combustione o da altri gas di scarico. Gli SO_X nei gas di scarico della raffineria potrebbero presentare livelli di concentrazione di 1500 – 7500 mg/Nm^3, prima dei trattamenti. Spesso il processo FGD richiede la presenza di un assorbente alcalino che cattura gli SO_x e lo trasforma in un rifiuto solido/fango. Esistono varie tipologie di impianti FGD, ciascuno con la propria efficienza di rimozione di SO_X, alcune delle quali sono descritte brevemente nel seguito; ulteriori e più specifiche informazioni sono contenute nel BRef comunitario e nel capitolo H di questo documento.

L'immissione di additivi (AI) e l'assorbimento a secco (SD) sono processi di scrubbing che rimuovono l'SO_X in base allo stesso principio dell'assorbimento ad umido (reagendo con un assorbente a base di calcio). Il sotto-prodotto è una miscela di solfiti,

solfati e ceneri volatili per i quali non esistono utili applicazioni. Il processo AI fornisce una rimozione moderata di SO_2 da cariche con basso contenuto di zolfo. Un mezzo assorbente deidratato viene immesso nella camera di combustione; l'assorbente usato è il calcare o la calce idrata .
Il processo SNOX combina un'elevata rimozione di SO_2, NO_X e particolato. Per ulteriori informazioni vedere la sezione relativa alle tecniche combinate di abbattimento.
Il processo di scrubbing con acqua di mare utilizza alcalini naturali contenuti nell'acqua marina (bicarbonato) per rimuovere gli SO_x. Lo scarico conterrà ioni di solfato e di cloro – costituenti naturali dell'acqua marina.
Nel processo Walther (WA), gli SO_x vengono assorbiti dall'immissione a getto di ammoniaca in soluzione acquosa, producendo solfito di ammonio. Il solfito è successivamente ossidato a solfato. La soluzione di sale di ammonio proveniente dalla sezione di scrubbing viene concentrata in un'unità di evaporazione e quindi granulata. Il prodotto finale è un fertilizzante potenzialmente commerciabile.
Il processo Wellman Lord (WL) è il processo rigenerabile più usato. Esso è basato sull'equilibrio del solfito/bisolfito di sodio.
Gli attuali processi di scrubber con calcare umido (WS) sono molto migliorati e meno complessi rispetto ai sistemi precedenti. Generalmente, un impasto semiliquido a base di calcare/acqua è impiegato come assorbente. Il gesso idrato è prodotto dall'ossidazione (aerazione) nel bacino dell'assorbente.

Emissioni di SO_X da impianti di conversione
Nelle raffinerie ove sono presenti impianti di conversione, come ad esempio l'impianto FCC o l'impianto di Coking, potrebbe essere necessario ridurre le emissioni in atmosfera soprattutto quando le condizioni ambientali o la qualità dell'aria circostante lo richiedano. In questi casi le varie opzioni possibili (come l'utilizzo di catalizzatori $DeSO_X$ o il trattamento hydrotreating con la desolforazione della carica di impianto o la desolforazione dei fumi prodotti) sono descritte nelle relative sezioni di questo documento.

Emissioni di SO_X da sistemi di recupero zolfo
Come già menzionato il processo di recupero dello zolfo ha lo scopo di recuperare lo zolfo dai gas contenenti un alto contenuto di H_2S che escono dalle unità di trattamento/lavaggio (impianti ad ammine) e, in molte raffinerie, dal Sour Water Stripper. Ciò viene effettuato tramite conversione dell'H_2S a zolfo elementare nell'impianto Claus. L'H_2S residuo non convertito nell'impianto Claus e presente nel *vent gas*, viene inviato alla post-combustione producendo emissione di SO_X. Le tecniche per massimizzare il recupero dello zolfo e ridurre quindi al minimo le emissioni di SO_X sono descritte nella sezione "impianto di recupero dello zolfo".

Gestione globale delle emissioni di NO_X
Gli NO_X si formano prevalentemente dalla reazione dell'azoto con l'ossigeno presenti nell'aria di combustione ed in misura secondaria dall'ossidazione dei composti azotati presenti nei combustibili.
Le tecniche per ridurre le emissioni di NO_X si dividono in due categorie: tecniche primarie, rivolte a modifiche della combustione per prevenire la formazione degli NO_X; tecniche secondarie, rivolte al trattamento dei fumi della combustione per

l'abbattimento degli NO_X prodotti nella combustione stessa. Generalmente la riduzione delle emissioni di NO_X, nelle raffinerie viene perseguita con le tecniche primarie.

La tabella 15 riporta in maniera sintetica i due tipi di tecniche.

tabella 15

Tecniche primarie e secondarie per la riduzione degli NO_X

Tipo di Tecnica	Forni	Caldaie	Turbine a gas
Tecniche Primarie (misure di controllo)	Bruciatori *Low NOx* Bruciatori *Ultra Low NOx* Reburning	Flue Gas Recirculation Bruciatori *Low NOx*, Bruciatori *Ultra Low NOx* Reburning	Combustori *Dry Low NOx* Iniezione di vapore Iniezione di acqua Combustori *Low NOx*
Tecniche Secondarie (misure di abbattimento)	Selective Catalytic Reduction (SCR) Selective Non Catalytic Reduction (SNCR)	SCR SNCR	SCR

Per quanto riguarda le tecniche primarie, il controllo e le modifiche della combustione riguardano principalmente la temperatura della fiamma e la concentrazione dell'ossigeno. Inoltre è essenziale tener presente che la formazione di NO_X è fortemente influenzata dalle caratteristiche costruttive dell'impianto di combustione stesso, caldaie o forni di processo, dal tipo di bruciatori installati e dal tipo di combustibile utilizzato (gas, liquido o solido). Tramite l'utilizzo di bruciatori del tipo *Low* NO_X si possono ottenere riduzioni del 40-60% per i combustibili gassosi e del 30-50% per combustibili liquidi. I bruciatori del tipo *Ultra low* NO_X possono raggiungere riduzioni sino al 60-70%. Nelle seguenti tabelle (fonte BRef) vengono riportati, in sintesi, i livelli di emissione di NO_X che possono essere raggiunti dalla combustione di differenti tipi di combustibili, in differenti impianti, utilizzando bruciatori convenzionali (tabella 16) e del tipo *Low* NO_X (tabella 17).

tabella 16

Emissioni con bruciatore convenzionale
Concentrazioni in mg/Nm^3 al 3% di ossigeno

Tipo di combustibile	**Fuel gas di raffineria**	**Comb. liquido di raffineria: 0,3% N**	**Comb. liquido di raffineria: 0,8% N**
Forni	70-150	280-450	280-450
Caldaie	100-300	300-450	350-600
Motori	250-400		

tabella 17

Emissioni con bruciatore *low NO$_X$*
Concentrazioni in mg/Nm^3 al 3% di ossigeno

Tipo di combustibile	**Fuel gas di raffineria**	**Comb. liquido di raffineria: 0,3% N**	**Comb. liquido di raffineria: 0,8% N**
Forni	30-150	30-150	Non disponibile
Caldaie	100-250	100-250	Non disponibile
Turbine a gas	150-400	150-400	Non disponibile

Si noti che nella maggior parte delle raffinerie, un bruciatore di vecchio tipo viene sostituito, one necessario, con uno del tipo a Low NO_X o Ultra Low NO_X, nei casi in cui ciò sia tuttavia compatibile con la struttura ed il sistema di controllo di processo esistente. Si tenga anche presente che la riduzione degli NO_X comporta degli effetti "cross-media" e che le sole modifiche operative, come ad esempio ridurre l'aria di preriscaldamento o modificare la fiamma, vengono raramente adottate in quanto comporterebbero effetti negativi sia sull'efficienza energetica del forno sia una maggiore emissione di particolato nei fumi. Nella combustione, infatti, vi è un legame diretto tra gli NO_X e le emissioni di particolato: la riduzione di NO_X, come detto, richiede un abbassamento della temperatura della fiamma e ciò determina un aumento del particolato. Per i bruciatori *Low NO_X* a fuel oil, così come per i bruciatori convenzionali, una riduzione ulteriore di temperatura produce, oltre al particolato anche emissioni di CO. La combustione del gas con bruciatori *Ultra low NO_X*, sia a convezione naturale che forzata, può in alcune condizioni portare ad instabilità, particolarmente per bassi *turndown* o bassi eccessi di aria. E' quindi fortemente raccomandato, prima di procedere ad una eventuale installazione, valutare caso per caso se questa tecnica è applicabile e non crei invece grossi problemi di affidabilità.

Per quanto riguarda le tecniche secondarie, invece, occorre sottolineare che l'installazione di impianti di abbattimento del tipo SCR e SNCR comporta seri problemi di fattibilità ed efficacia nei forni di processo e caldaie esistenti; pertanto viene molto raramente considerata nelle raffinerie esistenti.
Infine, qualora non si potessero utilizzare combustibili più puliti e/o ove l'ottimizzazione energetica non fosse già stata realizzata, si possono prendere in considerazione, se necessario e conveniente economicamente, tecniche di abbattimento del NO_X come il *flue gas recirculation.*

Tecniche combinate per l'abbattimento di SO_X, NO_X e particolato (Impianto SNOX)

Nel seguito è riportata l'esperienza di una singola raffineria in cui è stato progettato l'impianto SNOX per la depurazione dei fumi prodotti nelle caldaie e nelle centrali elettriche, in cui è bruciata una miscela di combustibile e di coke ad alto tenore di zolfo.

La raffineria interessata è ad alta conversione, con impianti di cracking a letto fluido (FCC) e coking che lavorano grezzi nazionali molto pesanti e con alto contenuto di zolfo. Gli impianti di coking realizzano una conversione spinta dei residui producendo distillati e carbone solido (pet-coke); nel pet-coke si trova quasi tutto lo zolfo presente nella carica. Questo prodotto è utilizzato nella centrale termica della raffineria per produrre energia elettrica e vapore.
La tecnica utilizzata ha le seguenti caratteristiche:

- è un processo qualificato per trattare gas effluente con alto contenuto di SO_x;
- garantisce un'alta rimozione di SO_x, degli NOx e del articolato;
- ha un ridotto impatto ambientale, non richiede materie prime (solo consumo NH_3 per il controllo degli NOx), non produce reflui liquidi o rifiuti solidi;
- non consuma acqua di raffreddamento;
- produce, come prodotto secondario del processo, H_2SO_4 di qualità commerciale adeguata per la vendita;
- garantisce un alto recupero energetico.

L'impianto SNOX è stato progettato per trattare il gas effluente dalle caldaie della centrale termica che bruciano olio combustibile e pet-coke, ad alto tenore di zolfo. Si presentano di seguito le caratteristiche principali dell'impianto:

Capacità di progetto	1.000.000 Nm^3/h
Costo investimento	100.000.000 €
Abbattimento SO_2	min. 94%
Abbattimento NOx	min. 90%
Concentrazione particolato	minore di 10 mg/Nm^3 (*)
Produzione H_2SO_4 (**)	13 t/h (***)

(*) uscita precipitatore elettrostatico
(**) concentrazione 95% peso H_2SO_4
(***) con 5,5% S nel pet-coke

L'impianto è dimensionato per poter trattare 1.0 Milione Nm^3/h fumi all'uscita dei condotti fumi esistenti della centrale. L'impianto SNOX si basa su un processo catalitico dove l'unica materia addizionale è l'ammoniaca utilizzata per la rimozione degli NOx. Inoltre richiede metano, acqua e piccole quantità di oli siliconici per il controllo delle nebbie acide.
Il processo SNOX è suddiviso in quattro fasi principali:
1. Rimozione polvere ESP (precipitatori elettrostatici)
2. Riduzione catalitica selettiva (SCR) degli NOx
3. Ossidazione catalitica del SO_2
4. Condensazione H_2SO_4

Gestione globale delle emissioni di particolato e CO

Le emissioni di particolato e di CO nei fumi da combustione (caldaie e forni) in raffineria risultano generalmente molto basse, a meno che non vengano bruciati combustibili liquidi molto pesanti e con alto contenuto di ceneri. In questo ultimo caso, in considerazione della disponibilità di prodotti interni, la soluzione tecnica generalmente adottata è quella di un passaggio a combustibili più leggeri con un basso contenuto di ceneri ed è molto rara l'installazione di filtri o di precipitatori elettrostatici.
Il particolato ed il CO viene generalmente controllato ottimizzando il rapporto aria/combustibile, attraverso l'utilizzo di analizzatori di ossigeno installati sui camini: ciò consente di avere il massimo dell'efficienza energetica al minimo di emissioni.
Le tabelle seguenti (BRef) forniscono le emissioni di CO, di particolato, di CO_2 e di metalli da forni e caldaie, con gestione dei bruciatori ottimale, in funzione dei vari tipi di combustibile utilizzati.

tabella 18

Emissioni di CO in mg/Nm^3 basate su 3% di ossigeno nei fumi

	Fuel gas	Comb. liquido di raffineria
Forni di processo	5-80	20-100
Caldaie	5-80	20-100

tabella 19

Emissioni di particolato in mg/Nm^3 basate su 3% di ossigeno nei fumi

	Fuel gas	Comb. liquido di raffineria
Forni di processo	<5	20-250
Caldaie	<5	20-250

tabella 20

Emissioni in kg di CO_2 per kg di combustibile

	Fuel gas	Comb. liquido di raffineria
Forni di processo	2,75-3	3,2-3,3
Caldaie	2,75-3	3,2-3,3

tabella 21

Emissioni di metalli in mg/Nm^3 basate su 3% di ossigeno nei fumi

Metalli (As, Pb, Cd, Cr, Co, Ni, V e loro composti) come somma degli elementi	Fuel gas	Comb. liquido di raffineria
Forni di processo	0	5-10
Caldaie	0	5-10

In relazione alle tabelle precedenti occorre sottolineare che:

1. le tabelle 18, 19 e 20 si riferiscono alle condizioni di gestione ottimale degli impianti di combustione e dei bruciatori; per gli impianti ed i bruciatori esistenti le prevedibili emissioni, in condizioni ottimali, sono variabili caso per caso in funzione delle caratteristiche costruttive ed operative degli impianti di combustione e dei relativi bruciatori;
2. la tabella 21 da combustibili liquidi si riferisce ai combustibili medi utilizzati nelle raffinerie europee. Le emissioni reali sono variabili raffineria per raffineria, essendo strettamente legate la tipo di grezzo ed ai tipi di processo utilizzati per la preparazione del combustibile.

Gestione ottimale dell'acqua

Per quanto riguarda gli aspetti legati al consumo e al trattamento dell' acqua dovrebbe essere implementato un sistema integrato di gestione delle acque, come parte integrante del più generale sistema di gestione ambientale. Gli obiettivi di questo sono orientati a:

- studio di fattibilità tecnico economica di riutilizzo dell'acqua all'interno dei processi;
- riduzione dell'inquinamento delle acque provenienti dalle singole unità;
- trattamento separato di particolari correnti critiche (per esempio acque ricche di composti aromatici) prima del loro invio all'impianto di trattamento delle acque reflue, per evitare la miscelazione di flussi particolarmente inquinati e consentire il recupero di prodotto;
- ottimizzazione dell'impianto di trattamento delle acque reflue.

Nella sezione dedicata al trattamento delle acque reflue e al riutilizzo delle acque, riportata nel capitolo H seguente, sono presentate più in dettaglio le migliori tecniche sulla gestione dell'acqua.

Tecniche per il miglioramento dell'efficienza energetica

Le tecniche finalizzate al miglioramento dell'efficienza energetica sono descritte nel seguito:

- Gestione ottimale delle operazioni di combustione. Ricorso a campagne analitiche e di controllo periodiche per il miglioramento della combustione. Adottare un sistema di gestione dell'energia come parte del sistema di gestione ambientale.

- Ottimizzazione del recupero di calore, ottenibile studiando ed attuando la massimizzazione del recupero del calore dei flussi caldi all'interno di un singolo impianto o tramite integrazioni termiche tra i vari impianti. Per questo fine, negli ultimi anni, sono stati fatti progressi notevoli progettando i sistemi in maniera tale da bilanciare, in via ottimale, gli investimenti richiesti per integrazione termica verso i risparmi ottenuti dal recupero di calore. In particolare il metodo "pinch analysis" risulta essere un valido strumento per tali scopi. Qualora possibile risulta utile dal punto di vista del risparmio energetico, il recupero di calore dai prodotti caldi provenienti dalla unità di distillazione, inviandoli caldi direttamente in carica alle altre unità di processo a valle della distillazione stessa. Ciò risulta ovviamente più efficace che raffreddare prima i prodotti per inviarli a stoccaggio e successivamente inviarli in carica alle altre unità di processo. E' altresì evidente che ogni azione di risparmio energetico determinerà anche un impatto positivo sull'ambiente perché riducendo il carico termico al forno si riducono contemporaneamente anche le emissioni da emissione.
- Valutazione della fattibilità dell'applicazione di efficienti tecniche di produzione di energia come l'utilizzo di turbine a gas, caldaia a recupero, preriscaldamento dell'aria di combustione, impianti a ciclo combinato di generazione/cogenerazione di potenza (CHP), IGCC, sostituzione delle caldaie e dei forni inefficienti. Si dovrebbe considerare la fattibilità di implementazione degli impianti esistenti, tenendo conto della dimensione, dell'effettiva quantità di emissioni, dell'età e della vita residua dell'impianto, in modo da valutare la sostenibilità dei costi
- Il trasferimento di calore ed il recupero termico nel treno di scambiatori, (ad esempio per il preriscaldamento del grezzo), possono essere ottimizzati anche attraverso l'utilizzo di specifici prodotti "antisporcamento" negli scambiatori, nei forni e nelle caldaie. Questi prodotti producono anche un allungamento del ciclo operativo degli scambiatori, prevenendo depositi e otturamento dei fasci tubieri degli scambiatori, riducendo le perdite di carico/pressione e migliorando il fattore di servizio dei vari scambiatori allo stesso tempo.
- Riutilizzo dell'acqua di condensa.
- Minimizzazione delle emissioni gassose dalla torcia durante le condizioni di funzionamento normale dell'impianto
- Ottimizzazioni delle operazioni del forno, e quindi dell'efficienza di combustione, attraverso un controllo avanzato delle diverse variabili operative (rapporto aria/combustibile, riduzione dell'eccesso d'aria). I forni e le caldaie di notevole potenzialità termica normalmente raggiungono efficienze termiche superiori all'85%; se l'aria viene preriscaldata e i fumi della combustione sono raffreddati in prossimità del punto di rugiada, l'efficienza termica può essere anche superiore al 90%.

Le ottimizzazioni sopra descritte possono essere messe in atto solo con il monitoraggio in continuo della temperatura e dell'ossigeno presenti nei fumi. Detto monitoraggio ed il conseguente controllo della combustione sono pertanto da considerarsi come MTD. L'argomento viene trattato in maniera più approfondita nel capitolo I, a cui si rimanda.

Aspetti tecnologici, ambientali e MTD applicabili al singolo processo, attività o unità produttiva

Inquinanti tipici significativi per singolo processo, attività o unità produttiva

Nelle tabelle 22-26 che seguono sono riportati gli inquinanti tipici in aria ed acqua ed i rifiuti che si originano in raffineria, raggruppati per ognuna delle attività o unità produttive di raffineria.

tabella 22

Inquinanti tipici significativi per singolo processo, attività o unità produttiva

Processi	**Elenco inquinanti significativi**			**Note**
	Aria	***Acqua***	***Rifiuti***	
Turbine a gas o nafta	SO_X, NO_X, PM, CO, VOC		Materiali da pulizia e manutenzione	
Forni di processo e caldaie, alimentati a fuel gas	SO_X, NO_X, PM, CO, VOC	Acque reflue provenienti dalle unità di trattamento dell'acqua di caldaia e dallo spurgo delle caldaie	Materiali da pulizia e manutenzione	
Forni di processo e caldaie, alimentati a fuel oil o misto fuel oil e fuel gas	SO_X, NO_X, PM , CO, VOC, H_2S, NH_3, composti clorurati, IPA, metalli e loro composti (As, Sb, Cr III, Cr IV, Co, Cu, Pb, Mn, Hg, Ni, Se, Zn)	Acque reflue provenienti dalle unità di trattamento del'acqua di caldaia e dallo spurgo delle caldaie	Materiali da pulizia e manutenzione	Il tipo e la concentrazione dei metalli e delle altre sostanze inorganiche presenti nei fumi dipende dal contenuto di essi nel combustibile liquido utilizzato
Impianto di desalting	VOC (fuggitive)	Acque reflue contenenti idrocarburi, sali clorurati, solfuri e solfati, carbonati, ossidi ferro, sabbia, etc	Fanghi e materiali da pulizia e manutenzione	Le acque reflue vanno al trattamento nell'unità di SWS o nel sistema fognario per successivo trattamento
Impianto di distillazione atmosferica	Emissioni da forni di processo. VOC (fuggitive)	Acque reflue contenenti idrocarburi, H_2S, fenolo, NH_3	Fanghi e materiali da pulizia e manutenzione delle unità di processo.	Le acque reflue vanno al trattamento nell'unità di SWS o nel sistema fognario per successivo trattamento
Impianto di distillazione sotto vuoto	Emissioni da forni di processo. VOC (fuggitive). H_2S.	Acque reflue contenenti idrocarburi, H_2S, fenolo, NH_3	Fanghi e materiali da pulizia e manutenzione delle unità di processo	Le acque reflue vanno al trattamento nell'unità di SWS o nel sistema fognario per successivo trattamento
Impianti di cracking termico e di visbreaking	Emissioni da forni di processo VOC (fuggitive)	Acque reflue acide contenenti idrocarburi e composti solforati (probabile presenza di H_2S)	Fanghi e materiali da pulizia e manutenzione delle unità di processo. Coke a seguito decoking colonna	Le acque reflue vanno al trattamento nell'unità di SWS o nel sistema fognario per successivo trattamento

tabella 23

Processi	Elenco inquinanti significativi			Note
	Aria	*Acqua*	*Rifiuti*	
Impianto di coking	Emissioni da combustione. Idrocarburi. VOC (fuggitive). H_2S e mercaptani. Particolato.	Acque reflue contenenti idrocarburi, composti solforati, solidi sospesi .	Materiali da pulizia e manutenzione delle unità di processo. Fanghi contenenti idrocarburi. Polveri (coke)	Le acque reflue vanno al trattamento nell'unità di SWS o nel sistema fognario per successivo trattamento
Impianto di reforming catalitico	Emissioni da forni di processo VOC (fuggitive), tra cui benzene. Potenziale formazione di PCDD/PCDF nella fase di rigenerazione del catalizzatore. Vapore d'acqua con tracce di HCl durante la rigenerazione	Acqua sodica durante la rigenerazione. Acque reflue contenenti solidi sospesi, COD, H_2S, cloro, NH_3, mercaptani, benzene. Nell'eventualità in cui il flue gas della rigenerazione fosse lavato in uno scrubber potrebbe esserci presenza di PCDD/PCDF	Materiali da pulizia e manutenzione delle unità di processo. Catalizzatore esausto inviato a recupero metalli e successivo smaltimento	
Impianti di Lavaggio Gas ad Ammine (Amine Scrubbing)		Presenza di ammina esausta nell'acqua reflua	Materiali da pulizia e manutenzione delle unità di processo. Carboni attivi esausti	Per non disturbare le operazioni dell'unità di trattamento biologico e per incontrare i limiti di N-Kj, potrebbe essere utile disporre di un serbatoio di stoccaggio o pianificare la produzione per inviare piccoli flussi all'impianto di trattamento effluenti
Impianti di recupero dello zolfo (Claus; Tail gas clean Up)	Emissioni da postcombustione dell'effluente gassoso: SO_2, NOx, H_2S, CO H_2S (fuggitive)	Acque reflue acide da trattamento gas di coda	Catalizzatore esausto da impianti Claus e da trattamento gas di coda. Zolfo solido eventualmente sversato.	Le acque reflue vanno al trattamento nell'unità di SWS

tabella 24

Processi	**Elenco inquinanti significativi**			**Note**
	Aria	***Acqua***	***Rifiuti***	
Cracking catalitico a letto fluido (FCCU)	Emissioni da forni di processo Emissioni da combustione per rigenerazione catalizzatore: SO_X, NO_X, CO, VOC PM (catalizzatore), metalli (Sb, As, Cd, Co, Cu, Mn, Hg, Ni, Se, Zn), VOC (fuggitive)	Acque reflue contenenti idrocarburi (BOD, COD elevati), solidi sospesi, composti dello zolfo come H_2S, fenoli, cianuri, NH_3, pH elevato, HCN, N-Kj, idrocarburi	Polveri di catalizzatore. Catalizzatore esausto. Fanghi, coke e morchie (probabile presenza di IPA) da pulizia e manutenzione delle unità di processo	Le emissioni in aria dal rigeneratore variano in funzione delle condizioni operative e del tipo di catalizzatore. Le acque reflue vanno al trattamento nell'unità di SWS o nel sistema fognario per successivo trattamento
Impianto di isomerizzazione	Emissioni da forno di processo VOC (fuggitive) HCl (potenziale) H_2 da trafilamenti	Non si hanno acque reflue; si potrebbero però avere rilasci di idrocarburi in acqua e di soda esausta dal sistema di lavaggio	Non ci sono rifiuti solidi	Tutta la soluzione di soda è normalmente utilizzata per la neutralizzazione o controllo PH delle acque acide tipicamente all'unità DAF
Impianti di alchilazione Alchilazione ad acido solforico	Emissioni da forni di processo, qualora presenti. VOC (fuggitive), anche durante le operazioni di stoccaggio e di manovra del catalizzatore	Acque reflue con pH acido, solidi sospesi, solidi disciolti COD, H_2S, acido esausto	Fanghi generati nel processo di neutralizzazione contenenti idrocarburi Fanghi contenenti acido solforico. Materiali da pulizia e manutenzione	

tabella 25

Processi	Elenco inquinanti significativi			Note
	Aria	*Acqua*	*Rifiuti*	
Impianti di alchilazione Alchilazione ad acido fluoridrico	Emissioni da forno di processo, qualora presenti VOC (fuggitive), anche durante le operazioni di stoccaggio e di manovra del catalizzatore Fluoruri. Odori (vedi nota 1)	Acque reflue con pH acido, solidi sospesi, solidi disciolti, COD, H_2S, acido esausto, idrocarburi (vedi nota 2)	Fanghi neutralizzati contenenti idrocarburi Fluoruri e cloruri inorganici dal trattamento (vedi nota 2) Materiali da pulizia e manutenzione	Nota 1: Devono essere evitati rilasci di HF durante la movimentazione del catalizzatore. Nota 2: Per lavare l'HF presente nelle varie correnti idrocarburiche è utilizzata una soluzione di idrossido di potassio. Le acque effluenti contengono fluoruri e idrossidi di potassio e sono trattate con un eccesso di idrossido di calcio.Il fluoruro di calcio insolubile e l'idrossido di potassio è rigenerato e utilizzato come mezzo di lavaggio. I fluoruri di calcio insolubili sono scaricati come fanghi.

tabella 26

Processi	**Elenco inquinanti significativi**			**Note**
	Aria	***Acqua***	***Rifiuti***	
Impianto di polimerizzazione	VOC (fuggitive)	Acque reflue acide contenenti idrocarburi, mercaptani, H_2S, NH_3, soda	Catalizzatore esausto con H_3PO_4	L'acido fosforico è neutralizzato ottenendo una soluzione di fosfato, che viene utilizzata come nutriente all'impianto biologico di trattamento acque.
Impianti produzione idrogeno Processo *Steam Reforming*	Emissioni da forno di processo VOC (fuggitive)	Soluzioni proveniente dal processo di trattamento ammina e carbonato di potassio	Materiali esausti in fase di manutenzione, molti dei quali possono essere riciclati, ad es. catalizzatore al Pd, ZnS (da ZnO), $ZnCl_2$	
Impianti di produzione idrogeno Processo ad ossidazione parziale	Idrocarburi, emissioni fuggitive di H_2S, CO, COS, NH_3 Emissioni da forno di processo, se esistenti	Acque reflue contenenti idrocarburi e composti di zolfo dalle acque acide	Materiali esausti (catalizzatori, letti adsorbenti, setacci molecolari)	
Purificazione dell'idrogeno	VOC (fuggitive)			Nessun impatto ambientale rilevante
Eterificazione	VOC (fuggitive)	Acque reflue contenenti rilasci potenziali di idrocarburi, metanolo (etanolo), etere, acido formico (acetico)	Catalizzatore esausto, resine non rigenerabili	
Produzione di oli base lubrificanti	Emissioni da forno di processo, se esistenti VOC e solventi (fuggitive)	Acque reflue contenenti idrocarburi e solventi	Materiali e fanghi prodotti in fase di manutenzione.	

Impianto di desalting

La principale funzione dell'impianto di desalting è quella di rimuovere i sali, i materiali solidi ed altre impurità presenti nel grezzo che viene inviato in carica agli impianti di distillazione. I sali (soprattutto cloruri di sodio, magnesio e calcio) sono normalmente disciolti nell'acqua residua presente nell'olio grezzo. L'acqua è presente nel grezzo sotto forma di piccole particelle diffusamente disperse così da renderne impraticabile, in un periodo di tempo accettabile, la rimozione attraverso sedimentazione per gravità.
I materiali solidi sono rappresentati principalmente da sabbia, ossidi di ferro, sali cristallini, carbonati e altre sostanze ricche di zolfo che, insieme ai sali ed all'acqua, potrebbero causare i seguenti inconvenienti nell'impianto produttivo:

- disattivazione dei catalizzatori presenti nelle unità a valle degli impianti di distillazione, come hydrofiners e cracking;
- fenomeni di corrosione nel sistema di testa della torre di distillazione;
- formazione di coke nei tubi dei forni e nelle linee di trasferimento;
- sporcamenti e incrostazioni che riducono lo scambio termico.;
- Elevato contenuto di ceneri nel residuo della distillazione;

In conclusione questi inconvenienti comporterebbero il peggioramento del fattore di servizio delle varie unità (in termini sia di numero che di durata delle fermate per manutenzione) ed il consumo totale di energia.

Descrizione del processo
Il grezzo, dopo aver lasciato i serbatoi di stoccaggio, entra nel treno degli scambiatori di calore dell'impianto di distillazione del grezzo ove viene preriscaldato ad una temperatura di circa 120-140°C; a monte della valvola di miscelazione viene aggiunta acqua addizionale di lavaggio, ad una portata generalmente variabile tra il 4 ed al 7% vol. sul grezzo. Spesso vengono anche aggiunti alcuni agenti disemulsionanti allo scopo di aiutare la separazione dell'acqua dall'olio dopo il lavaggio.
L'insieme del grezzo, dell'acqua e dei disemulsionanti fluisce attraverso la valvola di miscelazione, attraverso la quale viene mantenuta un'appropriata perdita di carico così da assicurare un'adeguata turbolenza ed ottenere la massima efficienza di contatto tra acqua ed olio. Nel desalter l'emulsione viene sottoposta ad un campo elettromagnetico che favorisce la coalescenza della fase acquosa, che si separa per gravità dal grezzo.
L'acqua, con i sali solubili, le impurità presenti nel grezzo e gli altri contaminanti in sospensione, si separa sul fondo del desalter ed è continuamente drenata.
Il grezzo esce dalla parte superiore del desalter e viene inviati alle successive unità.
Sebbene siano disponibili sul mercato vari tipi di desalters, questi, in realtà, sono molto simili dal punto di vista tecnologico. Le principali differenze consistono nella forma dell'apparecchiatura, nel suo volume e nel numero e disposizione delle reti elettriche. Nei casi ove la separazione voluta non è realizzabile in una apparecchiatura singola, vengono utilizzati 2 o 3 stadi di desalting in serie.

Aspetti ambientali: i consumi

Densità del grezzo, kg/m^3 15°C	**Acqua di lavaggio, % vol.**	**Temperatura, °C**
<825	3-4	115-125
825-875	4-7	125-140
>875	7-10	140-150

Aspetti ambientali: le emissioni

MATRICE	**IMPATTO**
Aria	Essendo il desalter una apparecchiatura chiusa ed in pressione non vi sono significative emissioni dirette di VOC. Vi sono tuttavia emissioni di VOC diffuse dai sistemi di tenuta, pompe, flange e altro.
Acqua	Presenza di composti organici ed inorganici disciolti o in sospensione nelle acque effluenti dal desalter
Rifiuti	I fanghi si accumulano sul fondo del desalter e quindi devono essere rimossi periodicamente. Il loro quantitativo dipende dal volume di grezzo lavorato, dal contenuto dei solidi ed impurità in esso presenti e dal grado di efficienza del desalter stesso.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

Le acque effluenti dall'impianto desalter contengono sali e sostanze organiche; pertanto ogni tecnica rivolta a ridurne il quantitativo, come la minimizzazione dell'uso di acqua fresca, riutilizzando per il lavaggio le acque di processo provenienti da altre unità di raffineria e come l'ottimizzazione della separazione olio/acqua (i.e. così da ridurre al massimo la presenza di olio in acqua), è da considerarsi come MTD. Queste tecniche dovranno inoltre essere integrate con altre tecniche da realizzarsi negli impianti di trattamento delle acque effluenti della raffineria.
Le tecniche per migliorare l'efficienza di desalting e la separazione olio/acqua, da considerarsi nelle MTD, vengono sintetizzate qui di seguito.

- Utilizzo di desalter multistadio, associato all'applicazione combinata di campi elettrici AC/DC che induce anche un risparmio energetico.
- Utilizzo, ove tecnicamente possibile, di acqua riciclata effluente da altre unità di raffineria (esempio dalle unità SWS, dal blowdown delle torri di raffreddamento, dai sistemi di condensazione di testa degli impianti) invece di utilizzo di fresh water.
- Riciclo, nei desalters a multistadio, di parte dell'acqua effluente dal secondo stadio nel primo, così da minimizzare il volume dell'acqua di lavaggio.
- Utilizzo di agenti chimici disemulsionanti non tossici, biodegradabili, e non infiammabili. Questa tecnica dovrebbe includere sia l'adozione di buone pratiche operative, contenute in procedure scritte rivolte a ottimizzare i parametri operativi come la pressione, la temperatura, la viscosità e la portata.
- Trasferimento delle acque effluenti serbatoi ove si può ottenere una ulteriore separazione olio/acqua.. L'olio viene direttamente recuperato nel sistema *slop*. In

questa maniera si può inviare circa il 10-20 % di olio in meno agli impianti di trattamento reflui (separatore API).

- Scelta ed utilizzo di adatte apparecchiature per il controllo ottimale del livello di interfaccia olio/acqua; tale controllo è difficoltoso a causa del piccolo differenziale di densità tra oli pesanti ed acqua che porta alla costituzione di uno strato diffuso di interfaccia. Poiché tale livello di interfaccia è funzione dello specifico intervallo di densità dei grezzi lavorati, è possibile individuare e selezionare i sensori di livello più accurati fra quelli del tipo "a dislocazione", quelli del tipo capacitivo e quelli a "rilevamento ad onde radio". L'accuratezza del controllo del livello di interfaccia è essenziale per una efficiente operazione del desalter. In questa maniera si può separare dal 5 al 10% dell'olio dalla fase acquosa.
- Valutazione dell'efficacia del sistema di lavaggio dei fanghi. Il lavaggio del fango è una operazione "batch" di agitazione della fase acquosa nel desalter per tenere in sospensione e rimuovere i solidi accumulati sul fondo del desalter stesso. Questa operazione di pulizia aumenta la efficienza del desalter durante la sua normale operazione, in particolare per lunghi cicli di servizio.
- Introduzione nel desalter di acqua a bassa pressione per impedire condizioni di turbolenza.
- Sostituzione dei sistemi rimozione fanghi a getto di acqua con sistemi meccanici onde impedire l'insorgere di turbolenza.
- La sospensione acquosa può essere separata in un separatore a piatto pressurizzato. Alternativamente può essere utilizzata una combinazione di idrociclone desalificatore e di un idrociclone deoleatore.
- Effettuare operazioni di strippaggio sulla fase acquosa salina proveniente dal desalter, prima di inviarla all'impianto di depurazione, in modo da rimuovere idrocarburi, zolfo e ammoniaca.

Impianto di distillazione atmosferica

La distillazione atmosferica è il processo iniziale delle varie operazioni di raffineria e consiste nella separazione, attraverso distillazione e strippaggio con vapore, dei componenti idrocarburici presenti nel grezzo, in frazioni o prodotti (o tagli) intermedi. Le principali apparecchiature di processo sono il treno di scambiatori di preriscaldo, il forno di riscaldamento della carica, la torre di frazionamento e gli strippers laterali per i prodotti. A titolo di esempio le frazioni tipiche ottenibili dalla distillazione atmosferica sono:

FRAZIONE	Intervallo di ebollizione, °C (punto di ebollizione vero)
Butani e più leggeri	<40
Nafte	40-150
Kerosene	150-240
Gasolio leggero	240-360
Gasolio Pesante	360-380
Residuo atmosferico	>380

Dalla torre di frazionamento atmosferico si estraggono, a diverse altezze, le singole frazioni, che vengono inviate agli strippers laterali, da cui gli idrocarburi più leggeri, strippati dalle frazioni stesse, ritornano alla torre di frazionamento principale. Normalmente per lo strippaggio viene utilizzato vapore d'acqua. Le varie frazioni laterali, dopo raffreddamento, vengono anch'esse inviate a stoccaggio o ad ulteriori unità di processo.
Dal fondo della torre di frazionamento è estratto il residuo atmosferico, la frazione petrolifera più pesante, che viene generalmente utilizzata come carica ai successivi impianti di distillazione sottovuoto per estrarre ulteriori distillati.

Descrizione del processo
L'olio grezzo viene preriscaldato attraverso una serie di scambiatori di calore (treno di preriscaldo). Il preriscaldamento è ottenuto recuperando parzialmente il calore dei prodotti intermedi. Lungo il treno di preriscaldamento, ad una temperatura media fra 120-140 °C, viene posizionata l'unità di desalting. Il grezzo in uscita dal Desalter viene ulteriormente preriscaldato prima di entrare nel forno della torre di frazionamento. Normalmente la temperatura del grezzo all'ingresso del forno è di 250-260 °C, mentre la sua temperatura di uscita varia fra 350-370 °C, in funzione del tipo di grezzo e delle caratteristiche desiderate per il residuo. Il forno dell'unità di distillazione atmosferica è generalmente il più grande in una raffineria. Dopo il forno il grezzo entra nella zona di flash della torre di frazionamento: il profilo della distillazione e della temperatura della torre viene controllato tramite la estrazione dei prodotti laterali, la circolazione del *pumparound* e la portata del riflusso di testa, garantendo il corretto riflusso interno.
Le frazioni estratte dalla torre di frazionamento sono fuel gas, nafta, kerosene, gasoli e residuo; esse vengono anche chiamate tagli vergini in quanto sono componenti originariamente presenti nel grezzo, ma tra di loro miscelati. La temperatura di fondo colonna viene controllata per non superare i 370°C evitando l'insorgere di fenomeni di cracking. Il residuo viene generalmente inviato alla torre di distillazione sotto vuoto, ma

può anche essere inviato nel sistema di blending dei combustibili (fuel oils) o ulteriormente lavorata (ad esempio nel cracking catalitico).

Aspetti ambientali: i consumi

Combustibile, MJ/ton	**Elettricità, kWh/ton**	**Vapore, kg/ton**	**Acqua di raffreddamento –ΔT 17°C, m^3/ton**
400-680	4-6	25-30	4

Aspetti ambientali: le emissioni

La tabella seguente sintetizza i potenziali rilasci di contaminanti dall'impianto di distillazione atmosferica.

MATRICE	**IMPATTO**
Aria	Emissioni da forni di processo Emissioni fuggitive di VOC
Acqua	Idrocarburi nelle acque di processo presenti nei condensatori delle frazioni laterali prodotte, H_2S, fenolo, NH_3
Rifiuti	Fanghi provenienti dalla pulizia/manutenzione periodica delle varie unità di processo.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

Nonostante l'alto livello di integrazione e recupero del calore applicati, l'unità di distillazione primaria risulta quella con il più alto consumo energetico in una raffineria.

L'apparecchiatura che contribuisce in modo preponderante alle emissioni in aria dell'unità di distillazione atmosferica è il forno di riscaldamento della carica. Pertanto ogni soluzione per ridurre le emissioni da combustione rappresenta una valida tecnica per ridurre l'inquinamento atmosferico dell'unità.

Un elenco esaustivo delle MTD di combustione, delle tecniche per minimizzare le emissioni di SO_X, NO_X, particolato etc. e per il miglioramento dell'efficienza energetica è riportato nella sezione sulle MTD generali.

La condensazione del vapore d'acqua, utilizzato per gli strippaggi, contribuisce alla generazione delle acque reflue, mentre la produzione dei rifiuti è essenzialmente dovuta alle operazioni di manutenzione delle varie parti dell'impianto.

Per ridurre i quantitativi di acqua acida generata, inviata all'impianto Sour Water Stripper (SWS), una tecnica possibile è quella di strippare le frazioni laterali (in particolare i tagli leggeri) utilizzando strippers del tipo *reboiled* invece che ad iniezione di vapore. Tuttavia la riduzione del vapore condensato sarebbe limitata in ogni caso poiché il maggior quantitativo di vapore viene utilizzato per strippare il residuo nel fondo colonna della torre di distillazione, e questo non può essere del tipo *reboiled*; inoltre, l'operazione di stripping con vapore risulta essere più efficace della alternativa con ebollizione in quanto le frazioni più volatili distillano meglio quando la loro pressione parziale viene abbassata dalla presenza di vapore.

Impianto di distillazione sotto vuoto

L'impianto di distillazione sotto vuoto ha lo scopo di estrarre dal residuo proveniente dall'impianto di distillazione atmosferica, una o più frazioni di gasoli più pesanti di quelli ottenuti nella distillazione atmosferica. L'operazione viene effettuata sotto vuoto al fine di ridurre le temperature operative richieste. Infatti, operando a pressione atmosferica, le temperature necessarie (> 370-450°C) comporterebbero l'insorgenza di fenomeni di cracking.
Per ridurre la pressione parziale degli idrocarburi viene normalmente aggiunto vapore d'acqua sia nei tubi di ingresso del forno che all'interno della torre di distillazione sotto vuoto. Un ulteriore effetto dell'iniezione di vapore nei tubi del forno è di aumentare la velocità della carica riducendo quindi i fenomeni di cracking termico durante il riscaldamento.
Le condizioni di vuoto in colonna vengono generalmente ottenute tramite un sistema di eiettori a vapore o tramite una pompa sotto vuoto. Tali sistemi vengono progettati per rimuovere gli idrocarburi incondensabili provenienti dal cracking termico della carica, che si manifesta sia pure in quantità ridotta.
I vapori di testa della torre di frazionamento (overhead vapors) ed il vapore d'acqua degli eiettori vengono inviati ad un sistema di condensatori barometrici. I gas incondensabili residui vengono riutilizzati come vent fuel gas, eventualmente dopo desolforazione.
Le frazioni provenienti dalla distillazione sotto vuoto sono:

FRAZIONE	Intervallo di ebollizione °C (TBP)
Gasolio di testa	250-360
Gasolio leggero da vuoto	360-430
Gasolio pesante da vuoto	430-570
Residuo da vuoto	>570

Descrizione del processo
Il residuo proveniente dal fondo della torre di distillazione atmosferica viene, dopo preriscaldamento, inviato ad un forno. Il vapore d'acqua viene generalmente iniettato nei tubi del forno, in una sezione fra la zona convettiva e quella radiante.
Lasciato il forno, la carica entra nella torre di distillazione sotto vuoto. Per evitare fenomeni di cracking la temperatura di ingresso non deve superare i 400 °C. A parità di temperatura le rese delle frazioni dei distillati ottenuti dipendono dal grado di vuoto prodotto che tipicamente varia tra 60 e 20 mm Hg abs.
I gasoli da vuoto vengono generalmente inviati ad impianti di cracking termico o catalitico o a impianti per la preparazione di oli lubrificanti. Il residuo da vuoto può essere utilizzato per la produzione di combustibile o di bitume; in alternativa possono essere rilavorati in impianti di conversione a valle, come visbreaker o coking.
Il taglio di testa (overhead vapors) della distillazione sotto vuoto può contenere elevate quantità di H_2S e di composti di zolfo. Gli incondensabili vengono generalmente inviati o ad un impianto di trattamento ad ammine per l'eliminazione del H_2S o direttamente al sistema di fuel gas.

Il sistema più diffusamente utilizzato per la produzione del vuoto è quello di un sistema multistadio di eiettori a vapore d'acqua con condensatori. Le acque acide vengono inviate all'impianto SWS.

Aspetti ambientali: i consumi

Combustibile, MJ/ton	**Elettricità, kWh/ton**	**Vapore, kg/ton**	**Acqua di raffreddamento –ΔT 17°C, m^3/ton**
400-800	1,5-4,5	20-60	3-5

Aspetti ambientali: le emissioni

MATRICE	**IMPATTO**
Aria	Emissioni da forni di processo Emissioni fuggitive di VOC, H_2S
Acqua	Idrocarburi nelle acque di processo presenti nei condensatori delle frazioni laterale prodotte, H_2S, NH_3, fenolo
Rifiuti	Fanghi provenienti dalla pulizia/manutenzione periodica delle varie unità di processo.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

Come per l'impianto di distillazione atmosferica, anche per la distillazione sotto vuoto la maggior sorgente di emissioni in atmosfera è il forno: per le migliori tecniche disponibili vale pertanto quanto detto per la distillazione atmosferica.

Una tecnica peculiare per la distillazione sotto vuoto è l'abbassamento del grado di vuoto (per esempio al di sotto di 25 mmHg), consentendo di ridurre la temperatura di uscita del forno, a parità di frazioni ottenute. I potenziali benefici, in termini sia di risparmio energetico che di inquinamento, sono generalmente limitati dalla capacità della torre di frazionamento o dalla temperatura di condensazione dei fluidi di raffreddamento. Tra i benefici attesi vi sono i seguenti:

- Un minor rischio di formazione di coking nei tubi del forno;
- Un ridotto cracking della carica al forno;
- Un minor carico termico del forno e quindi risparmio di combustibile;
- Una riduzione delle emissioni, soprattutto se il *vent gas* incondensabile proveniente dai condensatori è inviato ad una unità di trattamento con ammine, invece di essere bruciato direttamente nel forno. Si fa tuttavia notare che il trattamento del *vent gas* potrebbe richiedere un grosso investimento sia perché necessita di un compressore sia perché poterebbe richiedere un nuovo impianto di ammine qualora la capacità dell'impianto esistente fosse utilizzata completamente.

Un'altra tecnica da prendere in considerazione, dopo aver effettuato un'attenta analisi economica che tenga conto di tutti gli aspetti energetici (energia elettrica, vapore, acqua di raffreddamento, e così via), è l'utilizzo di pompe da vuoto, con condensatori a superficie, in alternativa o in combinazione con gli eiettori a vapore.

Le acque acide, provenienti dai condensatori sia della colonna di distillazione atmosferica che da quelli della colonna sottovuoto, dovrebbero essere sempre inviate in un impianto SWS, tramite un sistema chiuso. In testa alla colonna si separa una corrente acquosa che può essere riutilizzata come acqua di lavaggio nel processo di desalter.

Impianto di cracking termico e di visbreaking

Il processo thermal cracking (TC) consiste nella rottura dei legami delle catene idrocarburiche mediante calore; la carica è costituita da distillati pesanti provenienti dalle unità di distillazione atmosferica e sottovuoto, che possono essere lavorati con una severità elevata, recuperando quantità rilevanti di prodotti più leggeri, come virgin nafta e gasolio. Il TC è quindi un'unità di conversione che aumenta la produzione complessiva di distillati leggeri e medi, attraverso la conversione di prodotti poco pregiati in prodotti di valore più elevato, come gasolio e benzina. L'unità TC produce anche olefine per l'industria petrolchimica e consente il miglioramento della qualità dei prodotti, ad esempio riducendo la viscosità dei tagli pesanti.

Il visbreaking (VB) è un processo di riduzione della viscosità dell'olio combustibile che permette nello stesso tempo di recuperare piccole quantità di distillati più pregiati. La carica del VB è il residuo proveniente dagli impianti di distillazione atmosferica e sottovuoto. Il residuo non può essere processato ad elevate temperature o in condizioni operative severe perché la reazione tende a produrre coke che si deposita all'interno delle apparecchiature, riducendo il tempo di esercizio dell'impianto. Lo scopo del VB è rompere le lunghe catene lineari delle paraffine legate agli anelli aromatici, che sono la causa primaria di elevati pour point e viscosità dei residui a base paraffinica.

Nei processi TC e VB hanno luogo due tipi di reazioni:

- reazioni di cracking, per mezzo delle quali grosse molecole vengono frammentate in molecole più piccole. Queste reazioni sono responsabili della riduzione della viscosità e la formazione di gas, virgin nafta e gasolio;
- reazioni di condensazione, mediante le quali si ha la formazione di asfalteni. Queste reazioni hanno un effetto opposto sulla viscosità.

L'effetto di tali reazioni è un aumento del tenore di asfalteni e un più basso peso molecolare dell'intermedio petrolifero.
I processi sono basati sullo stesso principio ma le condizioni operative e le rese sono molto differenti a causa della diversa natura delle cariche.

Descrizione del processo
Esistono due tipi di processi Thermal Cracking/Visbreaking: il "coil cracking" e il "soaker cracking".
Le reazioni di cracking dipendono dal tempo di residenza della carica e dalla temperatura.
Il "coil cracking" utilizza temperature del forno più elevate e le reazioni avvengono all'interno dei tubi del forno stesso.
Nel processo "soaker", un opportuno accumulatore è inserito a valle della forno dove le reazioni di cracking avvengono quasi completamente. La marcia sfrutta temperature più basse in colonna e tempi di residenza più lunghi. La resa dei prodotti e le loro caratteristiche sono simili.
Il processo "soaker" ha il vantaggio di richiedere consumi inferiori e intervalli di operabilità tra una fermata (necessaria per rimuovere i depositi di coke sui tubi del forno) e l'altra più estesi: 6-18 mesi contro i 3-6 mesi del processo "coil", ma la pulizia dell'accumulatore di soaking è più onerosa.

La carica è riscaldata nel forno alla temperatura desiderata. Nel "coil cracking" la corrente è poi raffreddata con gasolio o corrente di fondo della sezione di frazionamento dei prodotti, per bloccare le reazioni di cracking.
Nel processo "soaking" la corrente in uscita passa attraverso un accumulatore di "soaking" per fornire un tempo supplementare di reazione alla carica prima che questa venga raffreddata.
La carica crackizzata è quindi inviata ad un separatore nel quale la fase vapore, separata dalla fase liquida (residuo), è convogliata ad una sezione di frazionamento. E' anche possibile ottenere un gasolio pesante da vuoto con l'inserimento di un'unità di flash sottovuoto a valle del frazionatore per recuperare distillati pesanti da ricircolare nuovamente alle colonne di cracking termico, catalitico o hydrocracking.
I forni possono essere alimentati da olio combustibile o fuel gas, a seconda delle disponibilità di questi combustibili e della configurazione della raffineria.
Nell'impianto di frazionamento i differenti prodotti sono separati per distillazione e le diverse frazioni sono inviate a stoccaggio o ricircolate per ulteriori lavorazioni.
Il fuel gas è immesso in rete previo lavaggio amminico per rimuovere l'H_2S; i gasoli sono inviati a desolforazione; la benzina semilavorata a reforming.

Aspetti ambientali del thermal Cracking: i consumi
Le temperature e rese variano in base al tipo di carica ed alle specifiche dei prodotti; i valori tipici di temperature, rese ed i consumi sono riportati nel seguito.

Temperatura, °C	490 – 505
Resa in prodotti (% peso):	
Fuel gas	5
Benzina semilavorata	12
Gasolio	38
Residui pesanti	45
Consumo di combustibile, kg FOE/t	29 – 34
Energia elettrica, kWh/t	10 – 12
Vapore consumato (prodotto) kg/t	(40)

Aspetti ambientali del visbreaking: i consumi
Le temperature e le rese del visbreaking variano in base al tipo di carica ed alle specifiche dei prodotti; alcuni valori tipici sono riportati nella tabella seguente.

Temperatura, °C	400-480
Resa in prodotti (% peso):	
Fuel gas	2-4
Benzina semilavorata	4-6
Gasolio	14-16
Residui pesanti	79-76
Consumo di combustibile, kg FOE/t	17 - 21
Energia elettrica, kWh/t	5 – 7
Vapore consumato (prodotto) Kg/t	(40)

Aspetti ambientali: emissioni in aria, acqua e produzione di rifiuti

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali il TC e il VB non presentano particolari problemi se non quelli legati all'uso di forni e colonne, comuni a molte altre unità di raffineria.

Le emissioni e gli inquinanti provenienti da queste unità sono riassunti nel seguito.

MATRICE	IMPATTO
Aria	Emissioni dai forni di processo. Emissioni fuggitive di VOC.
Acqua	Idrocarburi e composti solforati dai drenaggi di acque acide, da accumulatori di riflusso, e da estrazioni. Le acque acide sono normalmente inviate al SWS o all'impianto di trattamento acque.
Rifiuti	Fanghi e materiali da pulizia e manutenzione. Coke a seguito delle operazioni di decoking colonna.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

Come nei precedenti casi in cui vi sono forni e/o caldaie, un elenco esaustivo delle MTD di combustione, delle tecniche per minimizzare le emissioni di SO_X, NO_X, polveri ed altri e per il miglioramento dell'efficienza energetica è riportato nella sezione sulle MTD generali di questo capitolo.

Il gas generato nel visbreaking può essere acido e contenere composti solforati, nel qual caso per la loro rimozione può essere indicato un lavaggio con ammina, prima di passare ai successivi stadi. Per quanto riguarda invece il trattamento degli effluenti, questi, essendo acidi, dovrebbero essere inviate al SWS.

Per minimizzare la formazione di coke nel visbreaker, e quindi la quantità di rifiuti prodotti dalle operazioni di pulizia, si può controllare il contenuto di sodio nella alimentazione o aggiungere additivi.

Impianto di coking

Il coking è un processo di cracking termico ad alta severità, utilizzato per convertire i residui pesanti da vuoto e atmosferici in prodotti più leggeri, come benzina e gasolio per autotrazione e distillati più pesanti alimentati al cracking catalitico.
Nel processo si ottiene un prodotto specifico solido: il coke di petrolio (pet-coke o semplicemente coke), costituito principalmente di composti carboniosi.
Il processo di coking è caratterizzato di una buona flessibilità che permette una gestione mirata per favorire la conversione verso i prodotti desiderati: distillati o coke.
Mentre i distillati sono destinati a lavorazioni successive per ottenere benzine e gasoli il coke può essere utilizzato, a seconda delle sue qualità, come combustibile, per la produzione di elettrodi e grafite e di anodi per alluminio, come sorgente di carbonio nelle fonderie e per altri impieghi.

Descrizione del processo
Esistono tre processi commerciali per la produzione di coke: delayed coking (lett. Coking ritardato), flexicoking e fluid coking.

Delayed coking
Il processo di coking "ritardato" (ritardato poiché si realizza a valle del forno nelle camere a coke) è senza dubbio il più diffuso. La carica è normalmente preriscaldata con il gasolio prodotto e inviata sul fondo di una colonna frazionatrice. La corrente che viene prelevata dal fondo della colonna è inviata al forno dove viene rapidamente riscaldata alle temperature di coking. Per prevenire la formazione di coke nei tubi si inietta vapore. La miscela liquido-gas passa alle camere a coke (recipienti verticali di grandi dimensioni) dove, proseguendo la reazione, la fase liquida si converte in coke (solido) e idrocarburi leggeri. Dalla colonna frazionatrice, oltre il gas e la benzina recuperati nella parte superiore, si estraggono anche una o due correnti laterali di gasolio (leggero e pesante) che vengono strippati per la stabilizzazione prima di essere inviati allo stoccaggio. I vapori di stripping vengono poi inviati in colonna.

L'impianto è dotato di più camere per consentire cicli alterni: mentre una è in reazione (formazione di coke), l'altra viene isolata per iniziare le operazioni preliminari alla rimozione del coke. Queste operazioni consistono prima in uno stripping con vapore per la rimozione delle tracce di idrocarburi leggeri, poi in un riempimento con acqua per il raffreddamento. Per la rimozione del coke si utilizza principalmente il sistema idraulico con getti di acqua ad alta pressione in grado di tagliare il letto del coke. Esistono tuttavia ancora impianti che utilizzano metodi di tipo meccanico.
Il coke umido scaricato dal fondo delle camere viene movimentato con mezzi meccanici (carrelli su binari, nastri a rullo, escavatori) o, previa frantumazione e formazione di una sospensione di adeguata densità, con sistemi di pompaggio e convogliamento riducendo i possibili impatti ambientali. Dopo la separazione dalla fase acquosa, il coke viene essiccato ed inviato ai vari utilizzi. Prima del successivo ciclo operativo, le camere devono essere riscaldate.

Il processo Flexicoking

La carica (generalmente residuo da vuoto) è preriscaldata in un forno a circa 350 °C e quindi iniettata in un reattore dove, venendo a contatto con un letto di coke fluidizzato proveniente dal bruciatore, si riscalda alla temperatura richiesta per il cracking termico.
I prodotti di cracking termico passano (previa separazione delle polveri fini di coke in appositi cicloni) nello scrubber situato in testa al reattore dove si raffreddano preriscaldando la carica fresca. I prodotti alto-bollenti, condensati, sono riciclati nel reattore mentre i prodotti leggeri vengono inviati al frazionatore atmosferico per il recupero del gas, GPL, benzine e gasolio leggero e pesante.
Il coke passa dal reattore al bruciatore a letto fluido, da dove una parte del coke bollente viene riciclata nel reattore per fornire il calore per il processo di cracking. Dal bruciatore il coke estratto passa al gassificatore (ossidazione parziale con aria in presenza del vapore d'acqua) per produrre un gas combustibile composto principalmente da CO, H_2 e N_2. Lo zolfo presente nel coke è convertito ad H_2S ed una piccola percentuale di COS, mentre l'azoto si trasforma in NH_3 and N_2. Questo gas esce dalla testa del gassificatore e raggiunge il riscaldatore, dove ha la duplice funzione di fluidizzare il letto e fornire l'energia necessaria per le reazioni.
Il gas in uscita dal riscaldatore è raffreddato e fatto passare attraverso una serie di cicloni e uno scrubber venturi a umido per la rimozione del particolato. Successivamente il gas, previa rimozione dell'H_2S, è inviato alla rete fuel gas di raffineria. Viene estratto anche un sottoprodotto di coke solido (circa 2% del totale) nel quale si concentrano i metalli presenti nella carica.

Fluid coking
Il "Fluid coking" è un "Flexicoking" semplificato in cui solo una parte del coke viene bruciato per fornire l'apporto energetico necessario per le reazioni e il preriscaldo della carica. Non è previsto un gassificatore e solo due letti fluidi appaiono nell'architettura dell'unità: il reattore e un bruciatore, il quale sostituisce il riscaldatore.

Aspetti ambientali: i consumi

Processo	Combustibile, MJ/ton	Elettricità, kWh/ton	Vapore consumato, kg/ton	Vapore prodotto, kg/ton	Acqua di raffreddamento –ΔT 17°C, m³/ton
Delayed coking	800-1200	20-30	50-60	50-125	6-10
Flexi coking	---	60-140	300-500 (MP)	500-600 (HP)	20-40

Aspetti ambientali: le emissioni in aria e acqua e produzione di rifiuti
I potenziali rilasci di contaminanti dall'impianto di coking sono riportati nel seguito.

MATRICE	IMPATTO
Aria	Emissioni da combustione nel forno del coking, dal calcinatore e dall'inceneritore. Idrocarburi dalla combustione incompleta nell'inceneritore e nel decoking. Emissioni fuggitive di idrocarburi. Idrogeno solforato e mercaptani dalle acque acide dai condensatori di

	riflusso. Particolato può essere rilasciato dai sistemi di lavaggio, durante le operazioni di stoccaggio e di carico del coke.
Acqua	Idrocarburi e composti acidi dalle acque acide di drenaggio dall'accumulatore di riflusso e spillamenti, particolato dalla frantumazione e raffreddamento, dal blowdown della vasca di accumulo e dagli scarichi dello scrubber refrigerante.
Rifiuti	Fanghi contenenti idrocarburi. Polvere di coke (particelle di carbonio e idrocarburi)

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

Gli elementi da prendere in considerazione nella determinazione delle MTD sono:

- valutare l'utilizzo del flexicoking (fluid coking + gassificazione) per aumentare la produzione di gas combustibili e l'integrazione di calore nella raffineria; tale possibilità è legata alla configurazione e necessità produttive della raffineria;
- valutare la possibilità di utilizzare, ove possibile, i cokers anche come alternativa per distruggere liquidi oleosi fuori norma e fanghi;
- valutare la possibilità e convenienza di utilizzo di caldaie a recupero allo scopo di riutilizzare parte del calore prodotto mediante il processo di coking/calcinazione;
- convertire in H_2S il COS (solfuro di carbonile) del coke gas generato da flexicokers. Successivamente quest'ultimo viene recuperato dopo un lavaggio con ammina. Avviare i gas acidi prodotti dai cokers al sistemi di recupero zolfo.

Le MTD per il controllo del particolato devono essere considerate come combinazione di tecniche appropriate per la separazione delle polveri, come cicloni e filtri e con l'utilizzo di un sistema di blowdown caldo integrato per evitare rilasci in atmosfera durante le operazioni di routine.

Le migliori tecniche disponibili per il contenimento delle emissioni di particolato nella calcinazione associata agli impianti di produzione di coke sono simili a quelle per il contenimento delle emissioni di particolato da FCC, descritto più avanti. In aggiunta a questi sistemi possono essere utilizzati filtri a manica.

Dato che una parte consistente dello zolfo rimane adsorbito sul prodotto, diventa difficile giustificare l'utilizzo di tecniche di desolforazione sui gas di scarico. Per questo motivo la possibilità di contenere le emissioni di SO_2 rimane legata all'utilizzo di cariche a basso contenuto di zolfo.

Altre misure per contenere le emissioni sono:

- durante lo "steam out" dei drum di accumulo, i vapori vengono inviati alla colonna frazionatrice e successivamente al circuito di raffreddamento del gasolio allo scopo di condensare parzialmente i vapori idrocarburici e riciclarli al processo. I vapori residui sono raffreddati e condensati nei condensatori di testa prima di essere inviati ad un separatore;
- l'acqua reflua proveniente dai condensatori e quella di drenaggio del coke umido dovrebbe essere riutilizzata per il raffreddamento delle camere o per le operazioni di taglio del coke stesso;
- dopo la condensazione delle correnti idrocarburiche, i vapori residui dovrebbero essere inviati al sistema di torcia;

- gli scarichi di gas, per il controllo della pressione nella frazionatrice, dovrebbero essere inviati in torcia, mentre quelli delle camere a coke nella colonna di lavaggio e raffreddamento del sistema di blow-down interno e poi in torcia;
- lo stoccaggio, la frantumazione e il trattamento del "green coke" dovrebbe essere effettuato il più possibile con il materiale umido allo scopo di evitare rilasci in atmosfera.

Sono previsti dei sistemi di raccolta delle polveri con filtri a maniche per la movimentazione, lo stoccaggio e il carico. Le particelle fini dovrebbero essere convogliate in sistemi chiusi.
Le particelle fini separate dai cicloni possono essere riutilizzate o abbattute come segue:

- spruzzate con olio per sedimentare le polveri;
- incenerite nel sito stesso;
- commercializate come combustibile.

Impianto di reforming catalitico

Il processo di reforming catalitico è caratterizzato da una serie di reazioni finalizzate alla modifica della nafta vergine proveniente dalla distillazione atmosferica, per poterla utilizzare come componente dei combustibili per motori a combustione interna. In particolare viene incrementato il contenuto in aromatici e isoparaffine, a spese di quello in nafteni e normal paraffine, ottenendo così un prodotto ad alto numero di ottano, detto benzina riformata.
Le reazioni coinvolte nel processo sono:

- deidrogenazione dei nafteni ad aromatici;
- deidrociclizzazione delle paraffine ad aromatici;
- isomerizzazione;
- hydrocracking.

La nafta vergine destinata al reforming viene preventivamente desolforata. Oltre alla benzina riformata, l'impianto produce idrogeno, gas incondensabili e GPL.
La benzina riformata può essere miscelata con gli altri componenti del pool benzine se destinata all'autotrazione o può essere ulteriormente frazionata per ricavare benzene, toluene e xileni (petrolchimica).

Descrizione del processo
I catalizzatori di reforming sono molto sensibili agli inquinanti, pertanto la carica deve essere idrotrattata per eliminare zolfo, azoto, acqua e metalli. Nell'hydrotreater la carica viene miscelata con idrogeno e riscaldata a temperature dell'ordine di 500-540°C per poi essere inviata al reforming. Di norma l'impianto dispone di tre forni (talvolta unificati in uno) e di tre reattori. L'effluente dall'ultimo reattore scambia calore con la carica e viene ulteriormente raffreddato (a temperatura poco superiore a quella ambiente) per poi essere inviato ad un separatore. Dal fondo del separatore viene prodotta benzina riformata da inviare alla stabilizzazione, dalla testa fuoriesce un gas ricco in idrogeno che in parte viene ricircolato per limitare la deposizione di coke, ed in parte inviato agli impianti utilizzatori.
Durante la marcia si forma coke sul catalizzatore che deve essere rimosso per mantenere un'attività accettabile. Dalle modalità di smaltimento del coke si distinguono tre tipi di impianto: continuo, ciclico e semirigenerativo.
L'impianto continuo dispone in genere di tre reattori in serie in cui il catalizzatore scorre dall'alto (primo reattore) al basso (ultimo reattore), per gravità. Qui il catalizzatore viene prelevato e condotto alla torre di rigenerazione dove il coke viene bruciato. Il catalizzatore viene quindi acidificato e rinviato in testa alla pila dei reattori dove viene ridotto prima di entrare, fresco, al primo reattore. La rigenerazione consente di mantenere elevata l'attività del catalizzatore e basse le perdite di carico, aumentando in maniera significativa la resa in prodotti liquidi e la produzione di idrogeno, a scapito di gas e GPL.
L'impianto di tipo ciclico dispone di un reattore che è sempre off-line, in rigenerazione; ciò permette di rigenerare i reattori uno per uno, quando l'attività non è più soddisfacente, mantenendo sempre l'impianto in marcia.
Nell'impianto semirigenerativo l'eliminazione del coke dal catalizzatore comporta la fermata dell'impianto con frequenza dipendente dalla qualità della carica e dalle condizioni di esercizio. Per limitare la produzione di coke l'impianto semirigenerativo

lavora a pressioni più alte di quello continuo con minori rese in prodotti liquidi e minore produzione di idrogeno.

Aspetti ambientali: i consumi

Elettricità, kWh/t	25-50
Combustibili, MJ/t	1400-2900
Acqua di raffreddamento ($\Delta T = 10°C$), m^3/t	1-3
Vapore HP (generazione), kg/t	50-90
Catalizzatore (a base di Pt), t/(Mt/a)	1,35

Aspetti ambientali: le emissioni
Le emissioni in aria derivano principalmente dai processi di combustione e come tali dipendono dal tipo di combustibile usato nei forni.
Altre emissioni in atmosfera sono rappresentate dalle emissioni fuggitive di VOC, che originano da trafilamenti nelle valvole di sicurezza e nelle flange, e da quelle che si originano nel processo di rigenerazione del catalizzatore, come idrocarburi e polveri. Nelle condizioni di processo della rigenerazione del catalizzatore (in particolare in quello continuo), poiché viene aggiunto un promotore organico clorurato, possono formarsi PCDD/PCDF. Tali composti si potrebbero trovare come contaminanti negli effluenti acquosi prodotti, nel caso in cui i prodotti di combustione fossero lavati con soluzioni caustiche o con acqua.
Le varie tipologie di emissioni sono riassunte nella tabella seguente.

MATRICE	IMPATTO
Aria	Emissioni da forni di processo. Emissioni fuggitive di VOC (tra cui benzene) Nel processo di rigenerazione: - HCl (tracce) - PCDD/PCDF (potenziali)
Acqua	Acqua sodica durante la rigenerazione (semirigenerativi). Acque reflue contenenti solidi sospesi, COD, H_2S, cloro, NH_3, mercaptani, benzene. Nell'eventualità in cui il flue gas della rigenerazione fosse lavato in uno scrubber potrebbe essere rilevata, in alcuni casi, presenza di PCDD/PCDF
Rifiuti	Materiali da pulizia e manutenzione delle unità di processo. Catalizzatore esausto inviato a recupero metalli e successivo smaltimento.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

- Tecniche generali relative alla gestione ottimale della combustione ed al miglioramento dell'efficienza energetica, applicabili a tutti i tipi di forni di raffineria.

- Invio dei gas provenienti dalla rigenerazione del catalizzatore ad un sistema di lavaggio (scrubber), previo trattamento con *trappole* per il cloro ($ZnO/NaCO_3$ o NaOH su allumina) che sarebbero in grado di bloccare anche le diossine eventualmente presenti.
- Invio dell'acqua reflua al sistema di trattamento acque reflue.
- Ottimizzazione dei consumi dei promotori clorurati durante la fase di rigenerazione.
- Quantificazione delle emissioni di PCDD/PCDF potenzialmente provenienti dalla rigenerazione.
- Valutare la fattibilità di utilizzare sistemi di abbattimento polveri nella fase di rigenerazione

Lo studio sulle emissioni di diossine dai reforming e di come le condizioni di rigenerazione possono determinarne la formazione costituisce di per sé una migliore tecnica.

Sistemi di recupero dello zolfo

Impianto di lavaggio ad ammine (Amine Scrubbing) – Descrizione del Processo
Molti impianti di processo di raffineria, come la distillazione atmosferica o sotto vuoto, cracking catalitico o termico, reforming, hydrofiners, coking, producono varie correnti di gas che contengono, oltre a metano, etano e propano, anche zolfo, H_2S e tracce di COS, CS_2 e mercaptani. Queste correnti gassose vengono normalmente trattate per rimuovere l'H_2S tramite lavaggio in una soluzione di ammine (MEA, DEA, DIPA, MDEA), prima di essere inviate alla rete Fuel Gas di raffineria per essere bruciate nei forni o nelle caldaie. Solitamente il flusso di gas trattato può contenere tra i 20 e i 200 mg/Nm^3 di H_2S (il contenuto di H_2S dipende dalla pressione di esercizio dell'assorbente; a solo 3,5 bar il livello di H_2S è 80 – 140; a pressioni più elevate come 20 bar il livello di H_2S è intorno a 20).
A loro volta i flussi di gas ricchi di H_2S provenienti dalle unità di trattamento con ammina e dagli stripper dell'acqua acida vengono trattati in un'unità di recupero dello zolfo (SRU), in genere un processo Claus, per la rimozione di grandi quantità di zolfo, e successivamente in un'unità di finitura del gas di coda (TGTU) per la rimozione di H_2S residuo. Lo zolfo recuperato nel Claus è inviato alla vendita. Altri componenti dei gas trattati nel sistema di recupero dello zolfo includono NH_3, CO_2 e, in misura minore, idrocarburi vari.

Il lavaggio ad ammine è un processo con rigenerazione dell'assorbente: normalmente la rigenerazione viene effettuata ad una pressione più bassa ed una temperatura più alta rispetto alle condizioni di assorbimento, per consentire il desorbimento dell'H_2S e richiede l'utilizzo di vapore di strippaggio.
Le ammine tipicamente utilizzate sono:

- Monoetanolammina (MEA). Ha un impiego molto vasto per il suo basso costo ed è altamente reattiva. Tuttavia viene degradata irreversibilmente dalla presenza di impurità come COS, CS_2 e O_2 e quindi non se ne raccomanda l'uso nel caso di gas provenienti da impianti di cracking.
- Dietanolammina (DEA).E' più costosa della MEA, ma è resistente alla degradazione da COS e CS_2, e pertanto ha ottenuto una grossa diffusione.
- Diisopropanolammina (DIPA). Può essere utilizzata per la rimozione selettiva dell'H_2S in presenza di CO_2 ed è anche efficace per la rimozione del COS e del CS_2.
- Metildietanoloammina (MDEA). E' quella al momento più utilizzata e ha caratteristiche simili alla DIPA. A seguito della bassa selettività per la CO_2 il DIPA e la MDEA sono particolarmente adatte per l'utilizzo nell'unità di trattamento dei gas di coda provenienti dal Claus, in quanto tendono a non riciclare la CO_2 nell'unità Claus.

Aspetti ambientali: i consumi dell'impianto di lavaggio ad ammine
Il consumo di servizi per tonnellata di H_2S rimosso in un'unità di trattamento ad ammine è approssimativamente il seguente:

Elettricità (kWh/t)	**Vapore consumato (kg/t)**	**Acqua di raffreddamento (m^3/t, ΔT=10°C)**
70 – 80	1500 – 3000	25 – 35

Solitamente viene richiesta una percentuale di 10 – 50 t annue di reintegro di solvente fresco per mantenere la reattività del solvente per una raffineria di 5 Mt annue.

Aspetti ambientali: le emissioni dall'impianto di lavaggio ad ammine

	Flusso	**Composizione**	**Osservazioni**
Acqua: Scarico dell'ammina dal rigeneratore dell'ammina	10 – 50 t annue per una raffineria di 5 Mt annue	Ammina esausta in misura superiore al 50% in acqua	Per non influenzare l'efficienza della sezione biologica del trattamento delle acque di raffineria si può ricorrere ad un serbatoio di stoccaggio N-Kj o a una pianificazione della produzione per controllare flussi molto piccoli nell'impianto di trattamento delle acque
Rifiuti: Residuo derivante dalla pulitura del filtro dell'ammina	Specifico dell'impianto	FeS e depositi di sale	Rimossi dall'unità skid-mounted fatta funzionare da un fornitore specializzato (solitamente il fornitore del filtro)
Rifiuti: Carbone attivo saturo dall'unità skid-mounted	Specifico dell'impianto	Prodotti di decomposizione, residui pesanti ed emulsioni di ammina	Il carbone attivo saturo deve essere occasionalmente sostituito per lo smaltimento o la rigenerazione

Impianti di recupero zolfo (Sulphur Recovery Units) – Descrizione del processo

L'impianto di recupero zolfo (SRU) ha lo scopo di trasformare l'idrogeno solforato, che è contenuto nei gas acidi provenienti dall'impianto di lavaggio amminico, in zolfo elementare. In alcuni casi, vengono trattati in questo impianto anche i gas acidi provenienti dalla colonna di strippaggio delle acque acide (Sour Water Stripper).
L'impianto per il recupero zolfo è l'impianto Claus, in cui l'idrogeno solforato è ossidato a zolfo elementare utilizzando come ossidante l'anidride solforosa.
Nel classico processo Claus, circa un terzo del gas acido in ingresso è dapprima ossidato ad anidride solforosa in un reattore di ossidazione; la miscela gassosa così formatasi viene poi fatta reagire con il resto dell'idrogeno solforato in un reattore catalitico per produrre zolfo elementare.

La maggior parte degli impianti Claus esistenti comprende uno stadio di conversione non catalitico (vale a dire il reattore di ossidazione) e due stadi di conversione a zolfo elementare disposti in serie. La reazione di Claus è esotermica e libera una grande quantità di calore che può essere recuperato, ad esempio producendo vapore.

Un impianto Claus da solo è in grado di convertire in zolfo elementare all'incirca l'80-90% dell'idrogeno solforato presente nel gas acido in ingresso. L'efficienza di recupero può essere aumentata fino al 94 – 98 % mediante l'aggiunta di un secondo o terzo stadio catalitico, ma la resa è comunque limitata dal fatto che la reazione di Claus (2) è una reazione di equilibrio: non appena il vapore d'acqua e i vapori di zolfo raggiungono il punto di equilibrio non è possibile un'ulteriore conversione dell'idrogeno solforato in zolfo; se si vuole migliorare l'efficienza di conversione oltre 98% è necessaria pertanto un'unità di trattamento del gas di coda.

La normativa nazionale, in particolare il DM 12 luglio 1990, prevede un'efficienza minima di recupero zolfo legata alla capacità di trattamento dell'impianto stesso:

Capacità di recupero zolfo, tonnellate/giorno	***Efficienza minima di conversione***
<20	95
20 ÷ 50	96
>50	97.5

Come conseguenza di questa normativa, la maggior parte delle raffinerie hanno dovuto adeguare l'efficienza di recupero dei propri impianti zolfo, ed attualmente non è infrequente trovare efficienze di recupero > 99%.

Unità di trattamento dei gas di coda (TGTU) – Descrizione del processo
Sono le unità che trattano il gas – ormai povero in idrogeno solforato – che lascia il secondo o terzo reattore catalitico dell'impianto Claus, per convertire l'H_2S residuo in zolfo.
Sono disponibili numerose tecnologie TGTU, collaudate in impianti industriali, mediante le quali è possibile portare l'efficienza di recupero di un impianto zolfo dal 94-97% circa di un impianto Claus convenzionale fino a 99,5-99,9%. Le tecnologie possono essere raggruppate nelle seguenti categorie:

- <u>Riduzione di tutti i composti solforati presenti nel gas di coda</u> nuovamente in idrogeno solforato, che viene poi assorbito selettivamente con un lavaggio amminico e poi riciclato in ingresso all'impianto Claus. Una valida tecnologia di questo tipo è l'impianto SCOT che permette di raggiungere un'efficienza di recupero del 99,8-99,9%.

- <u>Rimozione dello zolfo elementare dalla fase vapore</u>, forzando l'equilibrio della reazione (2) verso destra, cioè verso una conversione in zolfo più spinta. I vapori di zolfo vengono rimossi dall'equilibrio facendo funzionare l'impianto ad una temperatura relativamente bassa, vicina al punto di rugiada, così da far condensare lo zolfo stesso. Per questi motivi, questa categoria di sistemi va sotto il nome di sub-dewpoint e CBA (Cold Bed Absorption). Oltre a favorire la rimozione dello zolfo, un abbassamento della temperatura di reazione fa aumentare la costante di equilibrio, favorendo ulteriormente lo spostamento a destra della reazione di Claus. I due effetti combinati permettono un recupero dello zolfo con un'efficienza del 98-99%.

- Ossidazione selettiva dell'idrogeno solforato a zolfo, usando aria (o aria arricchita in ossigeno) come ossidante. Questa tecnica è differente dalla reazione di Claus in quanto si usa ossigeno, e non anidride solforosa, come mezzo ossidante. Esempi di applicazione sono il Parson Selectox e il Comprimo SuperClaus. Le efficienze di recupero si aggirano su un 98-99+%.

- Conversione diretta dell'idrogeno solforato a zolfo elementare in una soluzione acquosa contenente metalli pesanti, quali ioni ferro (Fe^{+++}) che vengono usati in quanto ossidanti forti. Lo ione ferrico si riduce a ferroso, e questo viene poi ri-ossidato mediante ossidazione con aria. Questa tecnologia permette efficienze molto alte, tipicamente dell'ordine del 99,5%, ma ha lo svantaggio di produrre rifiuti e reflui liquidi difficilmente trattabili.

In tutte le tipologie di processo descritte, le tracce residue di idrogeno solforato non convertito, come pure tutti i contaminanti in fase gassosa (ad esempio il solfuro di carbonile), vengono infine distrutti mediante ossidazione termica.
Le unità di trattamento del gas di coda aumentano il recupero complessivo di H_2S diminuendo le emissioni di ossidi di zolfo dalla raffineria. Ad esempio, se una raffineria possiede una SRU di 100 t/giorno con un reattore Claus a due stadi, emetterà circa 5 t/giorno di SO_X. Se in una raffineria di questo tipo è incluso un processo di lavaggio del gas di coda, le emissioni di zolfo possono essere ridotte a 0.5 t/giorno, mostrando una riduzione del 90% delle emissioni di zolfo dalle unità di recupero dello zolfo.
Nella tabella che segue è riportato l'elenco delle tecnologie TGTU con le relative caratteristiche in termini di resa, di zolfo recuperato e di emissioni.

Processo	**Resa di recupero dello zolfo attesa, %**	**Zolfo addizionale recuperato atteso, t/giorno**	**Emissioni di SO_2 attese (base asciutta), mg/Nm^3**
Claus	96.01	-	13652
Superclaus	98.66	2.77	4631
Sulfreen	99.42	3.56	2010
Beavon	99-99.9	-	-
CBA	99-99.50	3.65	1726
Clauspol	99.5-99.9		
Clauspol II	99.60	3.75	1382
Riduzione di SO_2	99.9		
IdroSulfreen (1)	99.67	3.82	1066
DoxoSulfreen (2)	99.88	4.04	414
RAR	99.94	4.10	242
LO-CAT II (3)	99.99	4.16	18
SCOT	99.5-99.99		

1. Reattori Sulfreen e sezione dell'idrolisi
2. Reattori Sulfreen, sezione dell'idrolisi e reattori DoxoSulfreen

(3) Dato che il gas di coda di LO-CAT II non può essere incenerito, lo zolfo si presenta sotto forma di "specie" H_2S

Il costo della SRU dipende molto dal tipo di trattamento dei gas di coda. Le tabelle seguenti mostrano alcuni esempi sugli aspetti economici delle TGTU.

Riduzione	**Portata dell'impianto**	**Costo capitale approssimativo (milioni di € installato)**	**Costo d'esercizio approssimativo all'anno**
SRU comprendente un'unità di trattamento del gas di coda per un recupero di S >99%	50 t/giorno 100 t/giorno 250 t/giorno	12 19 35	I costi di esercizio per una nuova SRU sono approssimativamente pari ai costi di un'esistente
Unità di trattamento del gas di coda per migliorare il recupero della SRU a 99%	50 t/giorno 100 t/giorno 250 t/giorno	1.6 2.1 2.9	Costi di esercizio relativamente bassi
Unità di trattamento del gas di coda per migliorare il recupero della SRU a 99.8%	50 t/giorno 100 t/giorno 250 t/giorno	3.5 4.4 6.3	Costi di esercizio relativamente bassi
Si tratta di costi limite di una serie basati sui prezzi del 1998 e includono elementi quali le attrezzature, le tasse di concessione, le fondamenta, l'edificazione, i vincoli con l'impianto esistente e il collaudo. Sono soltanto un ordine di grandezza. Potrebbero avere un impatto significativo i fattori specifici del luogo, quali la disposizione, lo spazio disponibile e le modifiche necessarie all'impianto esistente. In alcuni casi, ci si potrebbe aspettare che questi fattori determino un aumento di circa il 50%.			

La riduzione di SO_2 determina un aumento delle emissioni di CO_2. L'applicazione di un trattamento del gas di coda determinerebbe una riduzione di SO_2 del 96%, con un aumento di CO_2 del 110%. Per un impianto Claus di 100 t/giorno con tre reattori, l'applicazione di una TGTU ridurrebbe le emissioni di SO_2 a 0.1 t/giorno, però con un aumento delle emissioni di CO_2 a 18 t/giorno.

Aspetti ambientali: le emissioni da SRU e TGTU

La tabella seguente sintetizza i potenziali rilasci di contaminanti dall'impianto di recupero zolfo.

MATRICE	**IMPATTO**
Aria	Fuoriuscita potenziale (trafilamento) di H_2S dalle flange e dalle apparecchiature. Gas residuo da post-combustione
Acqua	Acque acide da processo di trattamento del gas di coda
Rifiuti	Zolfo solido eventualmente sversato e solidificato Catalizzatore esausto da reattori catalitici Claus e dagli impianti TGTU

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

- Assicurare un'efficienza di recupero del 99.5 ÷ 99.9% per gli impianti nuovi e superiore al 99% per gli impianti esistenti.
- Controllare la temperatura del reattore termico di ossidazione dei gas acidi in ingresso, per distruggere correttamente l'ammoniaca. Una distruzione insufficiente dell'ammoniaca porterebbe alla formazione di sali di ammonio che condenserebbero nei vari letti catalitici, diminuendone l'efficienza.
- Mantenere un rapporto ottimale H_2S/SO_2 mediante un sistema di controllo di processo.
- Assicurare la distruzione termica/ossidativa delle ultime tracce di H_2S con un'efficienza minima del 98%.
- Massimizzare il fattore di utilizzo dell'impianto al 95/96% incluso il periodo di fermata per manutenzione programmata.
- Recuperare nell'impianto anche il gas contenente H_2S di testa proveniente dall'unità di SWS.

Cracking catalitico a letto fluido (FCCU)

L'FCCU è un impianto di conversione in grado di trasformare le frazioni petrolifere mediamente pesanti (che come tali avrebbero uno scarso utilizzo) in frazioni più leggere.
La carica in impianto può variare da un distillato medio fino ai residui più pesanti del fondo della colonna di distillazione sotto vuoto. Il processo utilizza un catalizzatore solido, in genere una zeolite finemente suddivisa.
I prodotti comprendono idrocarburi gassosi incondensabili, GPL, olefine, componenti alto-ottanici per le benzine, materie prime per la petrolchimica e componenti per la miscelazione dei distillati e dell'olio combustibile.

Descrizione del processo
L'impianto è generalmente costituito da un reattore a letto fluido in cui avviene la reazione di cracking e da un rigeneratore in cui viene ripristinata l'attività del catalizzatore attraverso combustione del coke adsorbito sul catalizzatore stesso. A seconda delle modalità di combustione si distinguono due tipi di rigenerazione: a combustione totale (full burn) e a combustione parziale (partial burn). Il reattore ed il rigeneratore sono collegati in serie attraverso due linee di trasferimento, dette "riser", ed operano in continuo.
Il catalizzatore utilizzato è mescolato con la carica idrocarburica allo stato gassoso, preriscaldata in un forno per consentire la vaporizzazione degli idrocarburi pesanti. La carica è introdotta nel reattore attraverso il riser, dove si mescola con il catalizzatore caldo proveniente dal rigeneratore; la miscela di carica gassosa e di catalizzatore rigenerato risale nel riser fino al reattore dove avviene la reazione di cracking.
Di norma, nel reattore sono inseriti almeno due stadi di cicloni per separare gli idrocarburi leggeri dal catalizzatore, consentendo il recupero del catalizzatore stesso che viene inviato in continuo alla rigenerazione.
I prodotti di reazione (idrocarburi leggeri) che fuoriescono dalla sommità del reattore vanno in una colonna di frazionamento, da cui escono come tagli laterali, mentre dalla testa esce una corrente gassosa, contenente idrocarburi gassosi incondensabili, H_2S, NH_3 e vapor d'acqua; quest'ultimo viene condensato nei condensatori di testa del frazionamento stesso e l'acqua viene inviata al trattamento acque acide (*sour water stripper)*. I gas di testa vengono inviati a lavaggio amminico, che trattiene l'idrogeno solforato (che verrà poi recuperato all'impianto Claus come zolfo elementare), mentre gli idrocarburi leggeri, e talvolta l'idrogeno, vengono inviati alla rete fuel gas come combustibile di raffineria.

Il forno di preriscaldo della carica è di piccole dimensioni poiché la maggior parte del calore necessario alla reazione di cracking proviene dalla combustione della fase di rigenerazione. Per questo motivo, in genere, le emissioni gassose dal forno di preriscaldo sono relativamente basse rispetto a quelle dei fumi gassosi provenienti dalla rigenerazione del catalizzatore.

La rigenerazione del catalizzatore è finalizzata alla rimozione, mediante combustione con aria, dei depositi di coke contenenti zolfo, che si formano sul catalizzatore durante la reazione di cracking. La rimozione del coke ripristina l'attività originaria del

catalizzatore e genera la maggior parte del calore necessario a sostenere la reazione di cracking.
Dal rigeneratore fuoriesce una corrente gassosa che contiene particolato, CO (proveniente dalla combustione parziale del coke adsorbito sul catalizzatore, soprattutto nel caso in cui il rigeneratore opera nella modalità a combustione parziale), CO_2, SO_2 e NO_X (le condizioni di temperatura e di pressione sono tali che si ha anche la formazione di ossidi di azoto). Il più importante componente del particolato che fuoriesce dal rigeneratore è costituito dalla polvere di catalizzatore che riesce a sfuggire dai cicloni installati nel rigeneratore stesso. Questa polvere, costituita prevalentemente dal substrato del catalizzatore stesso, contiene tracce di metalli provenienti dalla carica e materiale carbonioso proveniente dalla combustione incompleta delle frazioni più pesanti, soprattutto nel caso di FCCU con rigeneratore che opera a combustione parziale.

Aspetti ambientali: i consumi

Combustibile, MJ/ton	120-2000
Elettricità, kWh/ton	8-50
Vapore consumato, kg/ton	30-90
Vapore prodotto, kg/ton	40-60
Acqua di raffreddamento (ΔT 17°C), m^3/ton	5-20
Reintegro del catalizzatore, kg/ton	0.4-2.5

Aspetti ambientali: le emissioni

Generalmente l'FCCU rappresenta l'unità che fornisce singolarmente il maggior contributo alle emissioni dell'intera raffineria; tipicamente le emissioni di SO_2 da FCCU possono essere il 20-30% del totale emesso dall'intera raffineria, quelle di NO_X il 15-20% e il particolato il 30-40%. Tali emissioni possono essere ridotte con opportuni trattamenti e variano in modo significativo in relazione al tipo di carica e alle condizioni operative.
La tabella seguente sintetizza i potenziali rilasci di contaminanti dall'impianto FCCU.

MATRICE	IMPATTO
Aria	**Emissioni dal rigeneratore:** • **Particolato:** Un effluente gassoso – non trattato – del rigeneratore FCCU può contenere fino a 500 mg/Nm^3 di PM. Questo particolato è così sottile (0.5-0.8 micron) che è difficile trattenerlo. La ripartizione granulometrica del particolato varia da impianto ad impianto e dipende dal tipo di catalizzatore utilizzato. • **SOx**: Si possono trovare da 300 a 4000 mg/Nm^3, o anche più, di ossidi di zolfo, a seconda sia del tenore di zolfo della carica (cat feed) utilizzata sia della presenza o meno di idrotrattamento della carica del cracking. • **NOx**: le emissioni di ossidi di azoto dipendono soprattutto dalle condizioni operative e dal tenore in azoto della carica. Le emissioni di ossidi di azoto variano da 200 a 2000 mg/Nm^3; il valore più basso è tipico di un sistema di rigenerazione “partial burn”, laddove il carbone adsorbito sul catalizzatore viene trasformato in CO piuttosto che in CO_2, per cui l’ambiente è tipicamente riducente. • **CO:** in condizioni “full burn” può variare da 50 a 1200 mg/Nm^3; in condizioni “partial burn” può essere il 5-10% del gas dal rigeneratore. **Emissioni da forno di preriscaldo** **Emissioni fuggitive di VOC**
Acqua	**Acqua acida** dalla condensazione della testa del frazionatore; quest’acqua è inviata alla colonna di strippaggio delle acque acide (Sour Water Stripper) e quindi al sistema di trattamento acque reflue di raffineria.
Rifiuti	**Polveri di catalizzatore intrappolate nel precipitatore elettrostatico** (se presente): il loro quantitativo totale dipende dalla capacità dell’impianto FCCU, dal tipo di catalizzatore e dall’efficienza dei cicloni del rigeneratore e/o del precipitatore elettrostatico. Questo rifiuto è costituito sostanzialmente da supporto di catalizzatore, con tracce di metalli pesanti; potrebbe essere recuperato in un cementificio o smaltito in discarica. **Catalizzatore esausto:** quando il catalizzatore non può più essere rigenerato, viene inviato a smaltimento o al fornitore originario per il recupero dei metalli nobili, qualora presenti. **Morchie/coke**: ogni 3÷4 anni l’unità viene fermata per manutenzione straordinaria al fine di rimuovere morchie e coke che si sono accumulati all’interno dell’unità.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

- Tecniche di ottimizzazione combustione forno ed ottimizzazione energetica (vedi MTD generali).

- Inserimento di una caldaia o di un forno per CO per le condizioni FCCU di combustione parziale. In queste condizioni i livelli di emissione di CO sono nel range 50-100mg/Nm^3, mentre i livelli di emissione di NO_X sono nel range 100-300 mg/Nm^3; in genere non è facile ottenere contemporaneamente concentrazioni minime di CO e NO_X per l'effetto opposto della temperatura.
- Monitoraggio dell'ossigeno (tipicamente al 2%) per gli impianti FCCU a rigenerazione full burn, controllando che le emissioni di CO siano nel range 50-100 mg/Nm^3 e quelle di NO_X nel range 300-600 mg/Nm^3 in assenza del CO boiler. Come già detto, in genere non è facile ottenere contemporaneamente concentrazioni minime di CO e di NO_X.
- Riduzione del consumo di energia:
  - Applicando il recupero di energia, inviando il gas proveniente dal rigeneratore in una turbina (expander) prima del suo ingresso nel CO boiler, dove viene sfruttato il calore dei fumi.
  - Utilizzando una caldaia a recupero, per recuperare parte dell'energia contenuta nel gas effluente dal rigeneratore.
- Riduzione delle emissioni di NO_X dei fumi della rigenerazione attraverso un'opportuna combinazione delle seguenti tecniche.
  - Modifica della geometria e delle operazioni del rigeneratore, soprattutto per evitare alti picchi di temperatura; questa tecnica può far aumentare le emissioni di CO; non è ambientalmente giustificata qualora fossero necessarie delle modifiche maggiori.
  - SNCR su gas di scarico.
  - SCR su gas di scarico.

- Riduzione delle emissioni di particolato attraverso la combinazione di:
  - Cicloni terziari e multistadio.
  - Applicazione di un precipitatore elettrostatico o uno scrubber al gas dal rigeneratore (dopo il CO boiler).
  - Contenimento delle perdite dal catalizzatore durante le fasi di carico/scarico.
  - Selezionare catalizzatori resistenti all'attrito per abbassare la frequenza di sostituzione e ridurre le emissioni.

- Riduzione delle emissioni di SO_2 attraverso la combinazione di:
  - Utilizzo di De SO_X catalitico.
  - Utilizzo di un FGD sul gas da rigenerazione, soprattutto se non è applicabile l'idrotrattamento; questa tecnica potrebbe risultare ambientalmente ed economicamente non giustificata e presentare significativi effetti collaterali come consumi di energia (produzione di CO_2), produzione di rifiuti e di acqua reflua.
  - Idrotrattamento della carica FCCU: serve per ridurre contemporaneamente NO_X, SO_X, particolato e gli scarichi di acqua reflua. Questa tecnica viene applicata quasi esclusivamente per esigenze di produzione, per raggiungere le specifiche di qualità dei prodotti e non direttamente per motivi ambientali.
- Riduzione degli scarichi in acqua attraverso:
  - Minimizzazione dell'uso di acqua aumentando il ricircolo della stessa; in particolare, riutilizzo dell'acqua nei desalter.
- Riduzione della generazione di rifiuti solidi, attraverso:

- Riduzione delle perdite incontrollate durante la gestione del catalizzatore esausto.
- Selezione di catalizzatori resistenti all'attrito per ridurre la frequenza di sostituzione e le emissioni di particolato; questo accorgimento potrebbe influenzare negativamente la performance dell'unità di cracking.

Impianto di isomerizzazione

Descrizione del processo

La virgin nafta è una frazione petrolifera leggera che proviene direttamente dalla distillazione atmosferica del grezzo; il suo numero di ottano è piuttosto basso, al contrario di quanto avviene per le paraffine ramificate che hanno tendenzialmente un numero di ottano più elevato. Il processo di isomerizzazione consente di modificare la struttura della paraffine a basso peso molecolare ($C_4 - C_6$) in isoparaffine e trasforma quindi le normal paraffine, soprattutto n-butano, n-pentano ed esano, contenute nella virgin nafta, nei loro rispettivi isomeri (isoparaffine). La carica tipica di impianto può essere ogni prodotto intermedio di raffinazione contenente butano, pentano ed esano (generalmente nafte leggere, vergini o riformate).

Un vantaggio ambientale di tale processo è che si ottengono prodotti alto-ottanici che non contengono benzene o altri composti aromatici.

Il processo avviene in presenza di idrogeno e di un catalizzatore in due reattori in serie, previa disidratazione e riscaldamento in forno delle cariche. La conversione attesa è pari all'80 %.

Esistono due tipi di processo, la cui scelta è legata essenzialmente alle necessità di produzione delle raffinerie:

- processo con catalizzatore ad allumina clorurata, contenente platino; il prodotto ottenuto ha un numero di ottano che varia da 82 a 85;
- processo con catalizzatore zeolitico, contenente platino; il prodotto ottenuto ha un numero di ottano che varia da 77 a 80.

Il processo ad allumina clorurata necessita dell'aggiunta di tracce di cloruri organici per mantenere un'attività catalitica elevata; questi cloruri vengono convertiti nel reattore di isomerizzazione in acido cloridrico.

L'acido cloridrico viene allontanato insieme all'idrogeno che non ha reagito e agli idrocarburi leggeri (fino a C3 o C4) ed è poi separato dagli altri gas mediante un lavaggio alcalino, normalmente una soluzione di soda caustica a 15 Be°. I gas effluenti sono lavati nuovamente con acqua per rimuovere ogni traccia di contaminante che possa essere ancora presente in fase gassosa.

La soluzione di soda "esausta" è una soluzione "pulita", in quanto la carica dell'isomerizzazione non contiene né zolfo né altre impurezze (ad esempio mercaptani): essa è pertanto idonea per il controllo del pH del sistema di trattamento delle acque reflue di raffineria.

Il processo zeolitico non richiede aggiunta di cloruri ed il catalizzatore può essere rigenerato diverse volte prima di essere inviato al recupero platino. Questo processo richiede temperature e pressioni più elevate rispetto al precedente (250-275°C e 28 barg). Il catalizzatore è meno sensibile alle contaminazioni ma il prodotto ha un numero di ottano più basso.

Aspetti ambientali: i consumi

Elettricità	**Vapore**	**Acqua di raffreddamento con ΔT=10°C**
20-30 kWh/t	300-600 kg/t	10-15 m^3/t di

Aspetti ambientali: le emissioni

MATRICE	IMPATTO
Aria	Emissioni da combustione VOC fuggitive HCl (potenziale)
Acqua	Potenzialmente si potrebbero avere rilasci di idrocarburi in acqua e di soda esausta dal sistema di lavaggio. Tutta la soluzione di soda è normalmente utilizzata per la neutralizzazione o controllo del pH delle acque acide, tipicamente all'unità di flottazione acque reflue di raffineria.
Rifiuti	A fine vita, il catalizzatore è inviato a recupero metalli preziosi.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

La scelta del tipo di processo è legata ad esigenze di produzione.

- Processo con catalizzatore ad allumina clorurata. Benefici ambientali attesi: alte efficienze di processo e più basse temperature di reazione. L'alimentazione deve essere priva di qualsiasi impurezza che potrebbe ridurre l'attività del catalizzatore, deve quindi essere disidratata e desolforata in modo spinto. Una MTD è l'ottimizzazione del consumo di composti organici clorurati utilizzati per il mantenimento dell'attività catalizzatore.
- Processo con altri catalizzatori, quali zeoliti. Benefici ambientali attesi: rispetto al caso precedente, non vi è consumo né formazione di composti clorurati; questo tipo di catalizzatore può essere rigenerato più volte prima di essere inviato come rifiuto.

Per entrambi i processi valgono le considerazioni generali relative all'ottimizzazione della combustione ed al miglioramento dell'efficienza energetica.

Impianto di alchilazione

Descrizione del processo
Il processo di alchilazione è finalizzato alla produzione di componenti, detti alchilati, ad alto numero di ottano e senza aromatici e benzene, da utilizzare nella preparazione delle benzine. Questi componenti sono prodotti mediante reazioni catalitiche tra l'isobutano ed olefine: l'olefina preferita è il butilene (talvolta propilene) in quanto porta alla formazione di iso-ottano; il catalizzatore usato è acido solforico (H_2SO_4) o acido fluoridrico (HF).

La corrente prodotta è praticamente iso-ottano puro caratterizzato da una bassa tensione di vapore, come richiesto dalle nuove specifiche europee per carburanti. Poiché l'alchilazione utilizza acidi forti come catalizzatori, l'impianto è dotato dei più avanzati sistemi di sicurezza.

Le olefine di carica sono normalmente prodotte nell'unità di cracking catalitico, talvolta nel *reforming* catalitico e *l'hydrocracker*.
Per ridurre le reazioni di polimerizzazione, la concentrazione dell'acido utilizzato come catalizzatore viene mantenuta sopra l'88% in peso. Anche in queste condizioni, circa lo 0.1% in volume di olefine alimentate è convertito in polimeri, che vengono separati dal prodotto in uscita e generalmente recuperati come carica alle unità di cracking catalitico o termico.

Alchilazione ad acido solforico- Descrizione del processo
La carica olefinica è trattata con soda e acqua per rimuovere i composti dello zolfo e successivamente disidratata. Le olefine anidre e senza zolfo sono successivamente miscelate con un eccesso di isobutano. La corrente ottenuta viene raffreddata ed alimentata al reattore di alchilazione, dove le olefine e l'isobutano, a contatto con il catalizzatore acido, reagiscono per formare alchilato.
La reazione di alchilazione viene condotta a bassa temperatura, circa 7÷10 °C, e ad una pressione di 5 atm. L'effluente del reattore è inviato in una apparecchiatura dove gli idrocarburi sono separati dal catalizzatore acido: quest'ultimo è ricircolato al reattore, mentre la frazione idrocarburica ottenuta è lavata con soda ed acqua prima di essere spedita alla debutanizzatrice insieme con i butani di reintegro.
Dalla testa colonna si estrae una corrente ad alto contenuto di isobutano che non ha reagito, che viene riciclata al reattore, mentre l'alchilato è rimosso dal fondo della colonna e poi inviato alla deisobutanizzatrice per la stabilizzazione.
Il lavaggio dell'acido con soda è richiesto per trasformare i monoalchilsolfati prodotti nel reattore in dialchilsolfati.
Oltre che nelle reazioni di alchilazione, le olefine in carica sono coinvolte in reazioni con l'acido solforico che portano alla formazione di polimeri e solfonati organici.
Le reazioni secondarie riducono la forza e l'efficacia dell'acido solforico come catalizzatore, circostanza che richiede lo spurgo di una quota parte della soluzione circolante ed il suo reintegro con acido fresco. L'acido esausto è inviato al fornitore per la rigenerazione oppure rigenerato all'interno della raffineria. Approssimativamente vengono consumati 60kg di acido solforico per m^3 di alchilato prodotto. L'utilizzo di

acido nelle unità ad acido solforico è di circa 400 kg di acido per m^3 di alchilato prodotto.
Gli idrocarburi coinvolti nel processo sono volatili e potrebbero costituire una significativa fonte di emissioni specialmente dalle tenute delle pompe, del compressore del sistema di auto refrigerazione, delle valvole, delle valvole di sicurezza e delle flange.
Sia la carica in ingresso che il prodotto in uscita devono essere lavati con acqua producendo una soluzione acquosa che conterrà sali ed idrocarburi e che è inviata all'unità di trattamento acque.

Alchilazione ad acido fluoridrico (HF) – Descrizione del processo
Il processo di alchilazione ad acido fluoridrico è simile al processo con acido solforico con alcune differenze legate alle proprietà chimico fisiche dell'acido fluoridrico.
Le reazioni di alchilazione avvengono ad una temperatura compresa tra 35÷47°C; per rimuovere il calore sviluppato dalle reazioni esotermiche si usa acqua di raffreddamento al posto del sistema di auto refrigerazione tipico del processo ad H_2SO_4. La mancanza del compressore elimina la potenzialità di emissioni fuggitive ad esso legate.

L'HF è considerevolmente più efficiente dell'H_2SO_4 come catalizzatore per le reazioni di alchilazione: per questo motivo l'utilizzo di acido nell'unità di alchilazione ad HF, circa 15 kg di HF per m^3 di alchilato prodotto, è molto inferiore rispetto a quello usato nelle unità ad H_2SO_4.
La reazione si svolge mentre l'emulsione acido/idrocarburi passa attraverso il reattore. La fase idrocarburica è inviata ad una stabilizzatrice dove l'alchilato si separa da isobutano, propano, butano, HF disciolto e dai fluoruri alchilici. L'acido recuperato è riciclato al reattore; è consumato circa 0.5 kg di HF per m^3 di alchilato prodotto.

Essendo molto più tossico e corrosivo dell'acido solforico, la gestione dell'acido fluoridrico richiede particolari attenzioni.
A causa dell'alta solubilità dell'HF negli idrocarburi, tutte le correnti dei prodotti devono essere strippate. Inoltre l'alta volatilità dell'HF rende possibile la rigenerazione dell'HF all'interno della raffineria usando un frazionatore, evitando quindi la rigenerazione presso soggetti esterni, utilizzata spesso nell'alchilazione ad H_2SO_4.
Le emissioni in aria sono costituite principalmente da composti organici volatili (VOC), che sono lavati con alcali per neutralizzare ed assorbire ogni traccia di HF che potrebbe essere presente nei vapori, mentre gli idrocarburi C4 volatili sono riciclati al reattore.
L'effluente acquoso contiene i prodotti di neutralizzazione che provengono dal lavaggio alcalino. Tale effluente viene stoccato e necessita di rigenerazione con idrossido di calcio. Il KOH rigenerato viene riciclato mentre i floruri di calcio insolubili vengono scaricati come fanghi.
Le reazioni secondarie riducono la forza dell'acido richiedendo lo spurgo di acido spento e la integrazione di acido fresco.

Aspetti ambientali: i consumi

La tabella che segue fornisce un sommario dei consumi per tonnellata di alchilato prodotto nelle due tecniche di alchilazione.

	Acido solforico	**Acido fluoridrico**
Elettricità, kWh	4	20-65
Combustibile, MJ	-	1000-3000
Vapore, kg	830	100-1000
Acqua di raffreddamento (ΔT 11°C), m^3	72	62
Acqua industriale, m^3	0.08	
Acido fresco, kg	78-120	1.15
Soda caustica, kg	0.41	0.57

Aspetti ambientali: le emissioni

La tabella seguente sintetizza i potenziali rilasci di contaminanti dall'impianto di alchilazione e le emissioni che si possono avere in entrambi i processi.

MATRICE	**IMPATTO**
Aria	Emissioni da combustione VOC fuggitive Nel processo ad HF possono essere rilasciati fluoruri (per esempio da valvole di sicurezza) e si possono avere emissioni di odori. Nessuna traccia di HF dovrebbe essere rilevata nelle emissioni in aria.
Acqua	Le acque reflue da entrambi i processi sono acque acide. Nel processo ad HF, per lavare l'acido presente in varie correnti idrocarburiche è usata una soluzione di idrossido di potassio, generalmente al 7%. Le acque effluenti contengono pertanto fluoruri di potassio e idrossido di potassio e sono trattate con un eccesso di idrossido di calcio: il fluoruro di potassio è trasformato in fluoruro di calcio insolubile e l'idrossido di potassio è rigenerato e riutilizzato come mezzo di lavaggio. I fluoruri di calcio insolubili sono scaricati come fanghi.
Rifiuti	In entrambi i processi si originano fanghi contenenti acido e fanghi contenenti idrocarburi. Nel processo ad HF, nel fondo dello "vasca di stoccaggio", si accumulano fanghi costituiti da fluoruro di calcio insolubile (CaF_2), miscelato con dell'idrossido di calcio ($Ca(OH)_2$) parzialmente solubile, utilizzati per la rigenerazione del KOH.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

- Gestione ottimale della combustione e miglioramento dell'efficienza energetica, se sono presenti forni di preriscaldo.
- Alchilazione ad acido fluoridrico. Per prevenire i rischi il processo deve essere condotto con le seguenti tecniche.
  - Alimentare l'HF fresco dallo stoccaggio per mezzo di un circuito chiuso di azoto in pressione. Le valvole di sicurezza dal serbatoio dell'acido devono essere scaricate al sistema di neutralizzazione dei vapori acidi (soluzione di KOH).
  - Eliminare tracce HF dalle correnti di incondensabili con un sistema di neutralizzazione dell'acido.

- Adottare elevati standard di controllo sul sistema di trattamento (ad esempio controllo pH) per prevenire rischi di contaminazione con acido degli effluenti di raffineria.
- Particolare attenzione deve essere presa durante le operazioni di manutenzione e di pulizia, evitando emissioni nell'ambiente di fluidi di processo che possono generare odori.
- I fanghi prodotti durante la neutralizzazione dell'HF dovrebbero essere accumulati in bacini di stoccaggio appositi. Valutare il loro possibile riutilizzo, per esempio nei forni dei cementifici.

- Alchilazione ad acido solforico.
  - Minimizzazione e rigenerazione dell'acido solforico esausto.
  - Neutralizzazione delle acque reflue generate nel processo prima di essere inviate al trattamento.

Impianto di eterificazione

Descrizione del processo

Gli eteri, composti ad alto numero di ottano, in particolare MTBE (metil-ter-butil etere), TAME (metil- ter-amil etere) e ETBE (etil-ter-butil etere), possono essere additivati alle benzine per ottenere una qualità ottanica accettabile, dopo l'eliminazione del piombo e la riduzione del contenuto di composti aromatici (tra cui il benzene) richiesta dalle normative vigenti sulla qualità dei carburanti.

Il processo di eterificazione consiste in una reazione catalitica tra un'olefina ed un alcool; nel caso di MTBE (etere maggiormente impiegato nelle benzine italiane) le materie prime di base sono l'isobutilene ed il metanolo. Il catalizzatore impiegato è costituito da una resina acida a scambio ionico, sotto condizioni controllate di temperatura e pressione. In particolare, per massimizzare la conversione dei reagenti e minimizzare la formazione di sottoprodotti è particolarmente importante effettuare il controllo della temperatura di reazione di eterificazione (esotermica).

Aspetti ambientali: i consumi

Elettricità (kWh/ton)	Vapore consumato (kg/ton)	Acqua di raffreddamento (m^3/ton, $\Delta T = 10°$ C)
12-20	1000-2000	2-8

Aspetti ambientali: le emissioni

MATRICE	IMPATTO
Aria	Emissioni fuggitive di idrocarburi
Acqua	Potenziali rilasci di idrocarburi, metanolo, eteri provenienti dalle operazioni di recupero del metanolo.
Rifiuti	Catalizzatore esausto. Il catalizzatore è sostituito ogni due anni; da esso si recupera il palladio.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

- Applicare l'integrazione termica all'interno dell'unità o con il resto della raffineria
- Per aumentare l'efficienza di conversione delle isoolefine, valutare la possibilità di un processo con distillazione catalitica: la presenza di catalizzatore dentro la colonna di distillazione, infatti, incrementa l'efficienza di conversione delle isoolefine, che nel caso della produzione di MTBE può raggiungere il 98%, mentre per ETBE, TAME la suddetta efficienza si attesta intorno al 95% (costi investimento = € 25000 per m^3/giorno di MTBE).
- Evitare problematiche operative al sistema di trattamento biologico delle acque reflue; gli effluenti acquosi degli impianti MTBE e TAME, infatti, contengono metanolo, acido formico ed eteri, che possono essere dannosi per la flora batterica

del biologico. Può risultare utile dosare l'invio dei suddetti prodotti all'impianto biologico, o mediante l'utilizzo di un serbatoio dedicato allo stoccaggio dei reflui dell'impianto di eterificazione, o mediante la pianificazione della produzione degli eteri in modo da non incidere sui trattamenti di depurazione a valle.

- Prevenire le perdite degli eteri ed alcoli (composti solubili in acqua), in quanto possono contaminare il suolo e le acque di falda.

Impianto di polimerizzazione

Descrizione del processo

La polimerizzazione è usata per convertire le olefine gassose a basso peso molecolare, generalmente propene e butene provenienti dall'impianto FCC, in idrocarburi leggeri (nafte) liquidi ad elevato numero di ottano, adatti per ottenere benzine finite. Il processo è simile all'alchilazione ma è meno costoso.
Le principali reazioni chimiche dell'impianto di polimerizzazione dipendono dal tipo di olefine utilizzate e dalla loro relativa concentrazione. Il processo è esotermico e pertanto non richiede calore addizionale.
Le reazioni di polimerizzazione avvengono ad elevata pressione in presenza di catalizzatore costituito da acido fosforico adsorbito su silice naturale ed estruso in forma di pellets o di cilindretti. La vita del catalizzatore è normalmente limitata a 3 ÷ 6 mesi.

La carica deve essere priva di zolfo, che avvelena il catalizzatore, e di ossigeno. Per questo motivo, la corrente in ingresso viene sottoposta ad una serie di lavaggi prima di essere alimentata al reattore di polimerizzazione: il primo trattamento viene effettuato con una soluzione caustica per eliminare i mercaptani, poi con una soluzione amminica per rimuovere l'H_2S ed infine con acqua per l'eliminazione di soda ed ammine trascinate. La carica viene poi sottoposta a disidratazione spinta per mezzo di setacci molecolari (o di gel di silice) e quindi alimentata al reattore.
I prodotti della reazione sono inviati in due colonne, il depropanatore ed il debutanatore, che separano in testa rispettivamente propano e butano. La benzina polimerica costituisce il prodotto di fondo della seconda colonna.

Il catalizzatore non contiene metalli pesanti; alla fine della sua vita operativa viene trattato con acqua, con produzione di un fango a base di silice e di una soluzione di acido ortofosforico.
La fase acquosa ha un pH di 2÷3 ed è trasferita ad un serbatoio intermedio di stoccaggio dove viene neutralizzata con le soluzioni alcaline provenienti da altre unità. La soluzione di fosfato prodotta può essere utilizzata come nutriente per l'impianto biologico di trattamento acque reflue. Il fango di silice, che costituisce un rifiuto inerte, è quindi smaltito in discarica o con sistemi alternativi (ad esempio attraverso il riutilizzo in un cementificio o in un altro tipo di impianto idoneo).

Aspetti ambientali: i consumi
Per la produzione di 1 t di benzine da polimerizzazione vengono utilizzati circa 0,2 g di acido fosforico (1,18 kg di catalizzatore = acido fosforico + supporto); la vita del catalizzatore è limitata (3-6 mesi). Una linea tipica di processo produce 25 t/d di benzine da polimerizzazione ed i consumi tipici di processo sono i seguenti:

Elettricità	**Vapore prodotto**	**Acqua di raffreddamento**
20-28 kWh/t	0,7-1,1 t/t di prodotto	4,4-6 t/t di prodotto

Aspetti ambientali: le emissioni

MATRICE	IMPATTO
Aria	Non vi sono emissioni convogliate dovute al processo; emissioni fuggitive di VOC dagli organi di tenuta.
Acqua	Acque di scarico acide provenienti dalla torre di lavaggio, dai drenaggi del condensatore (idrocarburi) e dagli spurghi delle frazioni fini del catalizzatore (particolato). Gli inquinanti contenuti sono H_2S, NH_3, soda, mercaptani. Il pH è pari a 2-3 per effetto dell'acido fosforico.
Rifiuti	Catalizzatore esausto

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

Gestione e riutilizzo del catalizzatore.
Tecniche che possono essere applicate per una corretta gestione del catalizzatore:

- Ottimizzazione del consumo di catalizzatore.
- Trattamento del catalizzatore esausto per separare l'acido fosforico dal supporto di silice: il catalizzatore esausto è potenzialmente piroforico, richiedendo pertanto trattamenti speciali; una sua rimozione per mezzo di vapore/acqua previene tuttavia i rischi di incendio.
- Riutilizzo dell'acido fosforico (catalizzatore esausto) all'interno della raffineria come nutriente per il trattamento biologico delle acque reflue.
- Gestione appropriata del supporto di silice del catalizzatore esausto, per esempio suo possibile riutilizzo nei cementifici.

Impianti di produzione idrogeno (steam reforming; partial oxidation)

L'idrogeno è uno dei prodotti intermedi più importanti delle raffinerie in quanto è essenziale per le operazioni di idrotrattamento dei prodotti, come benzine, gasoli ed altri, per eliminare lo zolfo ed altri inquinanti in essi contenuti. L'idrotrattamento è necessario per raggiungere le specifiche commerciali. L'idrogeno è utilizzato anche nelle operazioni di hydrocracking e in altri processi.
Nel corso degli ultimi anni la richiesta di idrogeno ha subito un aumento costante. Si prevede che tale tendenza si confermerà nel tempo e probabilmente si espanderà in futuro.
La richiesta di idrogeno all'interno delle raffinerie può essere soddisfatta da quello prodotto dalle unità di *reforming* della benzina, nelle quali rappresenta un prodotto intermedio. Qualora il fabbisogno della raffineria sia superiore occorrerà provvedere con unità di produzione dedicate.
Le tecnologie più diffuse per la produzione di idrogeno nelle raffinerie sono:

- Processo *steam reforming*: reazione tra idrocarburi leggeri (metano, gas di raffineria, GPL o nafta) e vapore, in presenza di un catalizzatore; lo *steam reforming* è la tecnologia più diffusa.
- Processo ad ossidazione parziale (*partial oxidation*): reazione di gas, residui pesanti di distillazione o carbone (coke) con l'ossigeno. L'ossidazione parziale richiede impianti più complessi e costosi, ma consente di produrre idrogeno da una vasta gamma di cariche pesanti, generando nel contempo elettricità e calore (per esempio impianto IGCC). Il processo è quindi spesso adottato qualora sia necessaria la valorizzazione o lo smaltimento di prodotti pesanti difficili da commercializzare. Anche la gassificazione del coke o della lignite può costituire una valida alternativa, ma risulta economicamente conveniente solo in circostanze specifiche e per volumi molto elevati.

Processo Steam Reforming – Descrizione del processo

Lo *steam reforming* converte i gas senza zolfo o gli idrocarburi leggeri, quali GPL o nafta, in idrogeno, monossido e biossido di carbonio, attraverso una reazione catalitica con vapore. Le fasi principali del processo sono:

1. purificazione della carica di idrocarburi: la desolforazione avviene in un reattore con catalizzatore idrodesolforante sul quale tutti i composti organici dello zolfo si convertono in H_2S che, successivamente, è assorbito mediante un letto di ossido di zinco; lo stesso processo rimuove i cloruri che potrebbero avvelenare la sezione del catalizzatore a valle.
2. steam reforming: nel processo di steam reforming avvengono le seguenti reazioni:

   1. reazione di reforming $C_nH_m + nH_2O = (n + m/2)H_2 + nCO - calore$
   2. reazione gas – acqua $CO + H_2O = CO_2 + H_2 + calore$

La reazione di reforming è endotermica ed avviene in un forno (*reformer*) alla presenza di catalizzatore a base di nichel (25-40% depositato su supporto di silice), a circa 800-900°C e con una pressione fino a 30 bar. Gli idrocarburi desolforati sono preriscaldati nella sezione convettiva del forno e poi miscelati con vapore ad alta pressione; la miscela gassosa reagente attraversa quindi la sezione catalitica radiante dove avviene la reazione di reforming.
Il gas in uscita dal reformer, costituito da una miscela di idrogeno, monossido e biossido di carbonio, metano e vapore (vedi tabella seguente), viene inviato alla caldaia di recupero, in cui si produce vapore ad alta pressione. Nella caldaia il gas è raffreddato a circa 350°C mediante iniezione di vapore.

Condizioni operative tipiche di un reformer	
Temperatura in uscita dal forno, °C	890
Pressione in uscita dal forno, barg	24
Rapporto vapore/carica	3,0
Composizione tipica percentuale del gas in uscita dal reformer (% vol.)	
Idrogeno	51
Monossido di carbonio	11
Biossido di carbonio	5
Metano	2
Vapore acqueo	31

Il gas proveniente dal reformer è inviato in un reattore (*shift converter*) in cui il CO presente nel gas reagisce con vapore in presenza di un catalizzatore diverso ed a una temperatura più bassa rispetto al reformer.
Il gas risultante, dopo il raffreddamento, passa in una torre di assorbimento per l'eliminazione della CO_2, utilizzando come reattivo MEA, carbonato di potassio o sulfirolo. Il solvente arricchito di CO_2 è strippato in una colonna di desorbimento che provvede alla rigenerazione della soluzione assorbente.

In media questo processo produce 2600 Nm^3 di idrogeno per tonnellata di carica. La concentrazione dell'idrogeno varia dal 95 al 99% in funzione del tipo di tecnica utilizzata per ottenere un'ulteriore purificazione dell'idrogeno (wet scrubbing o PSA). Il catalizzatore non è rigenerabile e viene sostituito ogni 4-5 anni.

Aspetti ambientali: i consumi
I consumi tipici di un impianto di steam reforming sono riportati nella seguente tabella.

Combustibile, MJ/ton	**Elettricità, kWh/ton**	**Vapore prodotto, kg/ton**	**Acqua di raffreddamento (ΔT 10°C), m^3/ton**
35000-80000	200-800	2000-8000	50-300

Aspetti ambientali: le emissioni
Le emissioni in atmosfera sono costituite soprattutto dai fumi di combustione provenienti dal reformer. La tabella seguente sintetizza i potenziali rilasci di contaminanti.

MATRICE	**IMPATTO**
Aria	Fumi di combustione del forno di processo (reformer) Emissioni fuggitive di VOC
Acqua	Soluzioni provenienti dal processo di trattamento ammina e carbonato di potassio
Rifiuti	Materiali esausti di manutenzione, catalizzatori e letti assorbenti esausti

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD
- Ottimizzazione della combustione (vedi sezione generale).
- Integrazione termica finalizzata alla riduzione dei consumi di combustibile.

Altri metodi per ridurre le emissioni sono:
- Utilizzare la tecnica di purificazione *pressure-swing adsorption* (PSA) solo quando è necessario un alto grado di purificazione dell'idrogeno (99-99,9%). Il PSA, infatti, è un'unità ad alto consumo di energia in quanto utilizza sistemi di alto vuoto-pressione.
- Nel caso di impiego di PSA, utilizzare il gas di spurgo del PSA stesso (H_2, CH_4, CO, H_2O e CO_2) come combustibile nel forno del reforming in sostituzione di combustibili con un più elevato rapporto C/H; le caratteristiche tipiche del gas in uscita dal PSA sono: PCI (potere calorifico inferiore) pari a 2300 Kcal/Nm^3, composizione: 44%H_2, 12% CH_4, 41% CO_2, 1% H_2O, 2% CO.

Processo ad ossidazione parziale (partial oxidation)

Questo processo è basato sull'ossidazione parziale di un'ampia varietà di idrocarburi, a partire dal gas naturale fino a residui della raffineria estremamente pesanti o carbone, utilizzando ossigeno.
La carica è quasi completamente convertita attraverso una reazione non stechiometrica con ossigeno puro e con addizione di acqua, ed è trasformata in un gas ricco in idrogeno e monossido di carbonio.

Descrizione del processo
La reazione di ossidazione avviene nel gassificatore, un reattore non catalitico che opera ad alta temperatura (> 1300 °C) ed alta pressione (> 60 bar).
L'ossigeno richiesto (purezza dal 95% al 99%) è prodotto in un'unità di separazione aria attraverso distillazione criogenica.
Nel reattore si forma una quantità piccola di carbone (soot), in percentuali da 1 a 2%, che viene rimossa dal gas attraverso contatto diretto con acqua, in una prima fase nella camera di quench ed in seconda fase in uno scrubber; il gas di sintesi (syngas) che lascia lo scrubber è saturo d'acqua e sostanzialmente libero da particolato.
Il soot viene recuperato mediante estrazione con nafta: la miscela nafta – soot è quindi mescolata con la carica ed è inviata a distillazione per il recupero della nafta stessa; la miscela carica-soot è riciclata al reattore di ossidazione parziale.
L'acqua del processo (soot water) viene inviata ad un impianto dedicato di trattamento dell'acqua (Grey Water Treatment, GWT). Tale sezione è progettata per trattare lo scarico di acqua dall'unità dell'estrazione del carbone, unitamente all'acqua condensata nella sezione di raffreddamento del syngas ed al condensato di testa del sistema di rigenerazione ammine facente parte della sezione rimozione gas acido. L'acqua proveniente dal GWT viene infine inviata al trattamento biologico.
Il GWT rimuove cianuri e metalli attraverso trattamenti fisici e chimici, ai quali segue uno stripper dell'acqua acida, nel quale vengono rimossi dall'acqua solfiti, ammoniaca, e CO_2.

Il syngas proveniente dal reattore di ossidazione è inviato ad una sezione di recupero del calore (raffreddamento del syngas) dove è raffreddato con produzione di vapore a diversi livelli di pressione.
Il gas può essere poi trattato nella sezione di idrolisi dove il COS reagisce con acqua ed è convertito in CO_2 e H_2S.
Il passaggio finale di purificazione del gas è la rimozione del gas acido in un impianto ammine (o in un processo equivalente). Il gas acido proveniente da tale unità è inviato ad un impianto Claus, seguito talvolta da una sezione di trattamento del gas di coda (TGTU), dove il 99,9% dei composti a base di zolfo viene recuperato come zolfo elementare.
Il processo di ossidazione parziale può essere applicato per la produzione integrata di energia elettrica, di calore, di idrogeno o di gas di sintesi come base per processi di chimica, con un'efficienza fino a 47% (IGCC). In questo caso la giustificazione economica dell'investimento dipende dall'opportunità di esportare l'eccesso di energia prodotta rispetto a quella assorbibile all'interno della raffineria.

Nel caso di produzione di idrogeno, il syngas proveniente dalla sezione di reazione viene saturato con acqua e può essere inviato ad uno shift converter, dove il CO reagisce con acqua per produrre idrogeno (come in un impianto *steam reforming*).
L'idrogeno nel syngas è praticamente libero da contaminanti e può essere ulteriormente purificato.

Aspetti ambientali
Le emissioni sono differenziate a seconda dell'utilizzo del syngas (produzione di idrogeno, produzione di energia o una combinazione dei due). L'impatto ambientale del processo di ossidazione parziale è comunque molto limitato poiché tutti i contaminanti sono rimossi dal syngas prima del suo utilizzo e tutti gli effluenti sono inviati al trattamento.

MATRICE	IMPATTO
Aria	Emissioni fuggitive di VOC. Qualora il syngas venga utilizzato per produrre energia si hanno anche fumi di combustione.
Acqua	Idrocarburi e composti di zolfo dalle acque acide.
Rifiuti	Materiali esausti (catalizzatori, letti adsorbenti, setacci molecolari).

Per il trattamento dei catalizzatori esausti è previsto l'invio al fabbricante per il recupero dei metalli e lo smaltimento finale dei materiali inerti in discarica autorizzata.
Lo zolfo prodotto nell'unità di recupero zolfo ed il filtrato da GWT sono sotto-prodotti preziosi, che non sono considerati rifiuti e possono essere commercializzati per altre lavorazioni, come lo zolfo ad impianti chimici od il filtrato da GWT all'industria metallurgica, all'industria del cemento, per la produzione di catalizzatori, pigmenti, acciai speciali.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD
L'ossidazione parziale è stata sviluppata da tempo, ma oggi questo processo utilizza le migliori nuove tecnologie di purificazione di gas ed acque prodotte; per questo motivo il processo stesso è una MTD per la produzione di energia elettrica, vapore e per la produzione di idrogeno da prodotti pesanti difficilmente commercializzabili.
Negli impianti recentemente installati, le correnti gassose (syngas) sono lavate per rimuovere tutti i contaminanti. Il processo normalmente include le seguenti unità ausiliarie per la purificazione del gas prodotto:

- lavaggio con acqua (qualche volta con olio) per rimuovere particolato (di natura carboniosa);
- reattore per idrolisi di COS o cianuri.
- assorbimento dei gas acidi con ammine o sistema equivalente e produzione di zolfo elementare da H_2S in unità Claus.

Normalmente l'impianto comprende l'unità di purificazione dell'acqua, con le seguenti sezioni:

- recupero del materiale carbonioso rimosso dal gas e riciclo dello stesso alla sezione di gassificazione;
- pretrattamento dell'acqua per rimuovere i solidi (carbone, metalli, sali) attraverso filtrazione prima del trattamento finale nell'impianto biologico.

Purificazione dell'idrogeno

Generalmente, la produzione d'idrogeno è seguita da una fase di purificazione finalizzata all'eliminazione di CO e di CO_2.
I tre processi principali per la purificazione dell'idrogeno nelle raffinerie sono: pressure swing adsorption (PSA), processo di trattamento attraverso membrane polimeriche selettive e processo di separazione criogenica.

Pressure Swing Adsorbtion (PSA)
Il processo di purificazione dell'idrogeno PSA si basa sull'adsorbimento selettivo (ad opera per esempio di setacci molecolari) delle impurezze presenti nella corrente gassosa da trattare.
Il principale vantaggio del processo PSA è la possibilità di rimuovere impurità a qualsiasi livello, ottenendo, se necessario, un idrogeno puro dal 99,0 al 99,9% vol, con un recupero d'idrogeno che varia tra il 60 e il 90%.
Il gas desorbito dalla rigenerazione in uscita dalla PSA (che contiene circa il 10% di H_2) si usa spesso come combustibile per l'unità di reforming o, compresso, viene inviato alla rete fuel gas di raffineria.

Separazione a membrana
La permeazione selettiva attraverso membrane polimeriche è un processo di separazione relativamente recente e in via di rapida evoluzione, basato sul diverso livello di permeazione tra idrogeno e impurità.
La separazione a membrana è molto flessibile e può essere progettata per recuperare l'idrogeno da flussi con basse concentrazioni.
Un'applicazione interessante è l'impiego della separazione a membrana per la depurazione dei gas di sintesi, con un recupero del 75% dell'idrogeno da un flusso in ingresso con una purezza compresa tra il 50% e il 70-90%.
Un'altra importante caratteristica del sistema a membrana è la sua modularità, che permette il miglior impiego dello spazio disponibile e la facilità di un successivo revamping per aumentare la resa.

Separazione criogenica
Il processo criogenico è un processo di separazione a bassa temperatura, che sfrutta la differenza del punto di ebollizione dei componenti della corrente da purificare; la versione più semplice e più comune del processo criogenico è il processo di condensazione parziale.
Le impurità della carica sono condensate mediante raffreddamento; la refrigerazione necessaria per il processo si ottiene con un effetto Joule-Thompson.

Aspetti ambientali
Le emissioni tipiche da impianti di purificazione dell'idrogeno sono riportate in tabella.

PROCESSO	**ARIA**	**ACQUA**	**RIFIUTI**
PSA		Nessuna	Materiali esausti ([1])
A membrana	Emissioni fuggitive	Nessuna	Ogni cinque anni i moduli a membrana devono essere spediti al produttore per la revisione

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD
Le MTD applicabili sono quelle indicate nella sezione relativa agli impianti di produzione idrogeno.

[1] I letti adsorbenti del PSA si rigenerano in continuo durante il funzionamento ed il materiale ha una durata prevista analoga a quella dell'impianto

Produzione oli base per lubrificanti

I lubrificanti sono una miscela di diversi tipi di oli base e di specifici additivi. L'olio base è un prodotto particolare e di conseguenza non tutti i grezzi sono adeguati a produrlo. Le proprietà che caratterizzano gli oli base sono la viscosità, l'indice di viscosità (un indice di viscosità alto significa che la viscosità cambia molto poco se la temperatura cambia, e viceversa), un'alta resistenza all'ossidazione, un basso punto di scorrimento e così via. Per la produzione di oli base vengono spesso utilizzati, come materia prima, i grezzi pesanti.
La carica è costituita dai flussi laterali dell'unità di distillazione sotto vuoto e dagli estratti derivanti dalle unità di deasfaltazione.
Nei vari processi di produzione degli oli base, vengono prodotte significative quantità di sotto-prodotti, quali bitumi, estratti e paraffine. In media la resa di prodotti di oli base è circa il 20 – 25% del flusso di alimentazione totale all'unità di distillazione sotto vuoto.

Descrizione del processo
Un impianto completo di oli base è composto tipicamente da una torre di distillazione sotto vuoto, da un'unità di deasfaltazione, da un'unità di estrazione degli aromatici, da un'unità di deparaffinazione e talvolta da un'unità di idrogenazione ad alta pressione e da un'unità di idrofinitura per migliorare il colore e la stabilità (per soddisfare le caratteristiche tecniche dei prodotti e per rimuovere le impurità).

Deasfaltazione con solvente
La deasfaltazione con solvente produce oli base lubrificanti attraverso l'estrazione di idrocarburi paraffinici e naftenici più leggeri (asfalteni e resine) dai residui della distillazione sotto vuoto. Questo processo rende leggero e paraffinico l'estratto di olio deasfaltato e pesanti ed aromatici i bitumi raffinati sottoprodotti. Come solventi vengono solitamente usate miscele di propano e di propano-butano. In particolari condizioni operative, 37 – 40 bar e 40 – 70°C, gli idrocarburi naftenici e paraffinici con un punto di ebollizione più basso sono molto solubili nel propano, mentre a temperature più alte (100°C), tutti gli idrocarburi sono quasi insolubili nel propano. Il processo di deasfaltazione con solvente è composto da un'unità di estrazione, da sezioni di recupero, evaporazione e strippaggio, per separare il solvente propano dalla fase olio e bitume. Il flusso di prodotto di olio deasfaltato viene inviato allo stoccaggio degli intermedi; il flusso dei bitumi, sottoprodotti, può essere miscelato con combustibili pesanti, usato come alimentazione per il coking o per il prodotto di asfalti.
Più recentemente, la deasfaltazione con solvente è stata adattata per la preparazione della carica ad alcune unità di raffineria, quali FCCU, hydrocracking e idrodesolforatore, e dei bitumi pesanti (deasfaltazione profonda). Per perseguire questi obiettivi, vengono usati solventi più pesanti del propano, unitamente a temperature di esercizio più elevate. Questo massimizza la produzione di olio deasfaltato e rende minima la produzione di bitumi pesanti con un punto di rammollimento solitamente superiore ai 150°C.

Estrazione degli aromatici con solvente
Tale processo ricorre all'utilizzo di solventi per estrarre gli aromatici dagli oli base, migliorandone la viscosità, la resistenza all'ossidazione, il colore e minimizzandone la

formazione di gomma. Si può ricorrere all'utilizzo di diversi tipi di solventi (furfurolo, N-metil-2-pirrolidone (NMP), fenolo o biossido di zolfo liquido). Queste unità sono costituite da una sezione di estrazione e da sezioni di recupero, evaporazione e strippaggio, per separare il solvente dal flusso di raffinato ricco di olio e di estratto ricco di aromatici. Tipicamente, gli oli base lubrificanti di alimentazione vengono messi in contatto con il solvente in una colonna a riempimento o in un meccanismo a disco rotante. I solventi vengono recuperati dal flusso di olio attraverso la distillazione e lo strippaggio a vapore in un frazionatore. Il flusso di raffinato viene inviato allo stoccaggio degli intermedi. E' possibile che l'estratto, dopo il recupero del solvente, contenga elevate concentrazioni di zolfo, aromatici, nafteni e altri idrocarburi, ed è spesso inviato all'unità di cracking.

Unità di idrogenazione ad alta pressione
Il processo di idrogenazione è utilizzato per ridurre gli aromatici e i composti olefinici presenti nei flussi degli oli base.

Deparaffinazione con solvente
La deparaffinazione degli oli base è necessaria per assicurare che l'olio abbia la giusta viscosità a basse temperature e viene utilizzata quando si raffinano grezzi altamente paraffinici. La deparaffinazione con solvente è la più comune. In queste unità, i costituenti con alto punto di scorrimento (principalmente paraffine) vengono rimossi dai flussi di raffinato. La carica è miscelata con solventi per ridurre la viscosità, raffreddata fino a quando la paraffina non si cristallizza, e quindi filtrata per rimuovere la paraffina stessa. I solventi usati includono propano e miscele di metil-etilchetone (MEK), con metil-isobutilchetone (MIBK), toluene o idrocarburi clorurati. Il solvente viene recuperato dall'olio mediante riscaldamento, evaporazione a due stadi, seguita da strippaggio a vapore. La paraffina viene rimossa dai filtri, e successivamente inviata a un'unità di recupero del solvente per separare il solvente stesso dalla paraffina.

Idrofinitura
In questa unità viene migliorato il colore e vengono rimossi i componenti organici acidi. La necessità di ricorrere o meno all'idrofinitura dipende dal grezzo raffinato e, in qualche misura, dalle caratteristiche commerciali del prodotto. La progettazione e le operazioni di questa unità sono simili a quelli di un'unità normale di idrotrattamento.

Aspetti ambientali: le emissioni
La tabella seguente sintetizza i potenziali rilasci di contaminanti dall'impianto di produzione oli base lubrificanti.

MATRICE	IMPATTO
Aria	Emissioni da forni di processo (qualora presenti) Emissioni fuggitive di VOC, emissioni fuggitive di solventi
Acqua	Presenza di idrocarburi e di solventi nelle acque reflue di processo
Rifiuti	Fanghi e materiali provenienti dalla pulizia e manutenzione periodica delle varie unità di processo.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

- Utilizzare sistemi di evaporazione a triplo effetto nelle sezioni di recupero del solvente delle unità di deasfaltazione e di deparaffinazione. In alcuni casi, per ragioni tecniche (quali aumento di temperatura e di pressione), non è possibile passare dal doppio al triplo effetto. I sistemi a triplo effetto sono tipicamente usati nelle alimentazioni non incrostanti (ad esempio la paraffina).
- Utilizzare N-Metil Pirrolidone (NMP) come solvente nell'estrazione degli aromatici. In alcuni casi, il passaggio da furfurolo a NMP può non essere giustificato da un punto di vista ambientale o tecnico, soprattutto nella produzione di oli base con un più basso punto di ebollizione (ad esempio trasformatore di oli distillati). Dato che solitamente un cambio di solvente richiede differenti condizioni di esercizio (temperature, pressioni e volumi di solvente), il costo aumenta. Sia NMP sia il furfurolo tuttavia sono entrambi candidati a essere validi solventi ed il BRef non ha fornito evidenze esaustive per arrivare a una preferenza.
- Ricorrere all'idrotrattamento degli oli base e raffinare la paraffina se ciò e richiesto. Il trattamento con argilla può tuttavia essere giustificato in alcuni casi perché la qualità del prodotto non può essere raggiunta dall'idrotrattamento, ma produce rifiuti solidi da smaltire.
- Considerare l'applicazione di un comune sistema di olio caldo (*hot oil system*) per i sistemi di recupero del solvente; ciò consente di ridurre il consumo di combustibili nei forni di processo e quindi le relative emissioni.
- Applicare tecniche di prevenzione per le emissioni di VOC dai sistemi contenenti solventi (ad esempio lo stoccaggio).
- Applicare le MTD per il recupero dello zolfo dagli impianti con idrotrattamento se non esistenti (per esempio nelle raffinerie con solo impianti lubrificanti).
- Valutare la possibilità e la necessità di strippaggio delle acque reflue derivanti dall'estrazione degli aromatici prima dell'invio all'impianto di trattamento delle acque reflue.
- Valutare l'effetto dei solventi nella progettazione e nel funzionamento degli impianti di trattamento delle acque effluenti. Queste MTD possono essere considerate come una parte dello schema di gestione delle acque (vedere la sezione MTD trattamento acque effluenti e riutilizzo acque).
- Applicare misure e procedure preventive per evitare perdite dalle attrezzature e dagli stoccaggi contenenti solventi, per evitare la contaminazione del suolo e delle acque sotterranee (vedere le sezione MTD riduzione produzione rifiuti e prevenzione contaminazione suoli e la sezione MTD trattamento delle acque effluenti e riutilizzo acque).

Stoccaggio e movimentazione del grezzo e dei prodotti petroliferi

Descrizione del processo
Il grezzo viene introdotto in raffineria ed i prodotti intermedi e finiti vengono spediti all'esterno della raffineria attraverso terminali marittimi, oleodotti o veicoli via terra o ferrovia. Per consentire queste movimentazioni il grezzo ed i prodotti vengono stoccati in serbatoi. Alcuni serbatoi vengono utilizzati anche per operazioni a blocchi delle unità di processo. Per preparare la carica ottimale alle singole unità di processo e per produrre i prodotti a specifica vengono utilizzati opportuni sistemi di miscelazione.

I serbatoi di stoccaggio si dividono in quattro categorie principali:
- a pressione, utilizzati per stoccare gas liquidi ad alta pressione (>91kPa; per esempio GPL);
- a tetto fisso, utilizzati per stoccare prodotti non volatili (<14kPa);
- a tetto fisso con tetto galleggiante interno, utilizzati per stoccare prodotti leggeri volatili (>14kPa);
- a tetto galleggiante esterno, utilizzati per stoccare, come i precedenti, prodotti leggeri volatili (>14kPa).

Nelle raffinerie i serbatoi interrati non vengono quasi mai utilizzati, ma possono esservi casi particolari in cui si utilizzano, come, ad esempio, lo stoccaggio del combustibile necessario ad alimentare piccole caldaie on-site, o per rifornire di gasolio/benzine veicoli utilizzati internamente alle raffinerie, o per raccogliere liquidi nei punti più bassi di drenaggio. In Italia lo stoccaggio e la movimentazione sono regolati da norme di sicurezza. Indicazioni specifiche, anche in relazione alle MTD da applicare, sono indicate nello specifico BRef sullo stoccaggio.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD per la prevenzione e controllo delle emissioni fuggitive di VOC da stoccaggio e movimentazione

La prevenzione e il controllo sono le tecniche più efficaci per minimizzare le emissioni fuggitive originate dalle operazioni di movimentazione e stoccaggio di grezzo e di prodotti. Informazioni specifiche sulle emissioni fuggitive di composti organici volatili sono riportate nella sezione relativa questo documento.

Serbatoi a tetto fisso con tetto interno galleggiante (IFRT)
La direttiva 94/63/EC (Stadio 1) impone che i serbatoi di stoccaggio delle benzine, qualora a tetto fisso, siano forniti di tetti interni galleggianti (con una guarnizione primaria nei serbatoi esistenti e con guarnizioni secondarie nei serbatoi nuovi) o collegati a un'unità di recupero del vapore.
Le emissioni dai serbatoi IFRT avvengono soprattutto quando il prodotto stoccato è fermo (*standing losses*), con un contributo aggiuntivo durante la fase di estrazione del prodotto stesso (*withdrawal losses*). Le emissioni avvengono attraverso la tenuta del tetto galleggiante interno ed attraverso le varie connessioni sul tetto. I dati relativi alla performance sulle emissioni e altre utili informazioni riguardo a IFRT sono disponibili in [API, 1997. Manual of Petroleum Measurement Standards]

Alcune tecniche MTD che potrebbero essere considerate per ridurre le emissioni degli IFRT sono:

- Sostituire le guarnizioni primarie/secondarie esistenti con guarnizioni a maggiore tenuta.
- Progettare il drenaggio dei serbatoi a tetto galleggiante in modo da evitare la contaminazione dell'acqua piovana da parte degli idrocarburi.

La seguente tabella fornisce alcune indicazioni di massima sia per l'inserimento di tetti galleggianti in esistenti serbatoi a tetto fisso sia per il miglioramento delle tenute dei tetti galleggianti in serbatoi a tetto galleggiante esterno.

	Tecnologia		
	Tetti interni galleggianti in serbatoi a tetto fisso	**Guarnizioni secondarie/doppie su serbatoi a tetto galleggiante**	**Controlli di altre emissioni dalle guarnizioni dei tetti (piedi di appoggio del tetto, aperture di misurazione di livello) e altre alternative (verniciatura del serbatoio)**
Riduzione delle emissioni	90 – 95%	95%	Sopra al 95%, unitamente a tenute secondarie
Investimento (M€)	0.2-0.4 per serbatoi di diametro di 20-60 m	0.02-0.10 per serbatoi di diametro di 20-50 m	0.006 per serbatoi di diametro di 50 m
Costi operativi	Minori	Sostituzione ogni 10 anni	Minori
Altre osservazioni sugli impatti	Si richiede che il serbatoio sia messo fuori servizio. Riduce lo stoccaggio netto del 5 – 10%	Può ridurre la capacità durante di stoccaggio del serbatoio	Non adatto a petroli grezzi ad alto contenuto di zolfo per la possibilità di depositi piroforici

<u>Serbatoi a tetto fisso</u>
Il serbatoio a tetto fisso può dare origine a emissioni a seguito dei seguenti eventi.

- Perdite per evaporazione durante il riempimento. Durante il riempimento del serbatoio, gli idrocarburi in fase vapore ivi presenti sono espulsi nell'atmosfera. Quando il serbatoio è svuotato, l'aria in entrata è lentamente saturata coi vapori, che sono poi espulsi dai riempimenti successivi e/o durante la respirazione del serbatoio quando il prodotto è fermo. Generalmente le emissioni che si originano durante il riempimento sono maggiori di quelle relative allo stoccato fermo.
- Perdite per la variazione di densità dei vapori (respirazione) del serbatoio; durante lo stoccaggio del liquido, si originano emissioni di vapori, causate dalla differenza delle temperature diurne e notturne e dai cambiamenti della pressione atmosferica. I sistemi/valvole di controllo della pressione e l'isolamento termico possono evitare tali perdite.
- Vapori rilasciati durante il drenaggio dell'acqua, contenuta sul fondo del serbatoio.

Le tecniche MTD da prendere in considerazione per ridurre le emissioni dai serbatoi a tetto fisso (qualora significative per la tipologia di prodotti – se volatili - o in caso di formazione potenziale di miscele infiammabili o di presenza di prodotti tossici) sono le seguenti:

- Immissione di gas inerte nella parte vuota del serbatoio in modo da minimizzare il trasferimento di idrocarburi dalla fase liquida a quella gassosa, evitando tra l'altro la possibilità di combustione e di contaminazione del prodotto.
- Installazione di un tetto interno galleggiante con guarnizioni di tenuta in modo da ridurre al minimo l'evaporazione del prodotto durante lo stoccaggio. L'efficienza di questo metodo oscilla dal 60 al 99%,in relazione al tipo di tetto, alle guarnizioni installate e all'effettiva tensione di vapore del liquido stoccato. Come effetto correlato si ha tuttavia, la riduzione della capacità netta di stoccaggio di un serbatoio a tetto fisso dal 5 al 10%.

I serbatoi a tetto fisso sono tipicamente usati per prodotti poco volatili o non volatili, come ad esempio kerosene, gasolio, olio combustibile per il riscaldamento. La modifica con installazione di un tetto galleggiante interno non è attuabile per tutti i prodotti, per esempio per il bitume, che a causa della sua alta viscosità ne precluderebbe il funzionamento del tetto galleggiante.

Serbatoi a tetto galleggiante esterno (EFRT)

Le perdite dovute al riempimento e alla respirazione da serbatoi EFRT sono notevolmente inferiori rispetto a quelle che si originerebbero se si stoccasse lo stesso prodotto in un serbatoio a tetto fisso.

Da un serbatoio EFRT si originano i seguenti fenomeni:

- emissioni, quando lo stoccato è fermo, dalle guarnizioni sul bordo e da quelle del tetto: derivano dalle variazioni di temperatura e di pressione, ma più significativamente dagli effetti del vento (l'influenza del vento non riguarda i serbatoi a tetto interno galleggiante); le emissioni, quando lo stoccato è fermo, sono generalmente molto più elevate di quelle che avvengono durante le fasi di estrazione;
- perdite dovute all'evaporazione del film liquido sulla parete durante l'estrazione del prodotto;
- vapori rilasciati durante il drenaggio dell'acqua dal fondo del serbatoio;

In molti casi, le emissioni attraverso le guarnizioni del tetto possono superare le perdite dalle guarnizioni delle tenute sul bordo, specialmente sui serbatoi con guarnizioni secondarie; in termini di perdite dalle guarnizioni, la fonte principale è il pozzetto per presa campione o tubo d'immersione.

I serbatoi EFRT sono usati per stoccare grezzi, prodotti leggeri e intermedi che hanno una tensione di vapore maggiore di 14 kPa ma inferiore a 86 kPa alla normale temperatura di stoccaggio. Le tecniche MTD da considerare per ridurre le emissioni sono le seguenti:

- Installazione di guarnizioni doppie/secondarie sul tetto galleggiante
- Manicotti di guarnizione intorno ai punti di campionamento del prodotto in connessione con l'atmosfera
- Installazione di sistemi di otturazione (*wipers*) dei fori dei tubi sonda di misurazione di livello

- Evitare di appoggiare il tetto galleggiante sul fondo del serbatoio, che in questo caso si comporterebbe temporaneamente come un serbatoio a tetto fisso con significativi rilasci di vapore (accorgimento necessario anche per motivi di sicurezza)

L'utilizzo di serbatoi a tetto galleggiante per lo stoccaggio di liquidi volatili come la benzina ha il vantaggio, rispetto ai serbatoi a tetto fisso, di abbassare in modo significativo le emissioni fuggitive di VOC nell'atmosfera. Un EFRT può ridurre le emissioni del 95% rispetto ad un serbatoio a tetto fisso.
Poiché negli EFRT l'acqua piovana entra nel serbatoio attraverso la guarnizione del tetto, il drenaggio dell'acqua genera più emissioni di quelle generate dal drenaggio della stessa in un serbatoio a tetto fisso. Il drenaggio è necessario per evitare fuori norma del prodotto da commercializzare.
Per la direttiva 94/63/EC un serbatoio a tetto galleggiante deve avere emissioni inferiori del 95% rispetto a quelle generate in uno a tetto fisso contenente lo stesso prodotto.
Qualora sussista la necessità di un serbatoio a tetto galleggiante, la modifica di un serbatoio a tetto fisso esistente con l'inserzione del tetto galleggiante al suo interno è più conveniente economicamente che costruire ex-novo un serbatoio a tetto galleggiante esterno.

Serbatoi a pressione
I serbatoi a pressione, come quelli cilindrici (sigari) e le sfere, sono dotati di valvole di sicurezza che in caso di apertura sfiatano verso l'atmosfera o la torcia. Le emissioni di VOC possono verificarsi se queste valvole non hanno la tenuta perfetta.

Recupero vapori durante le operazioni di carico e scarico di prodotti leggeri.
Le tecniche di recupero dei vapori durante il carico e lo scarico di prodotti leggeri, incluse le tecniche di bilanciamento dei vapori durante il carico, sono descritte nella sezione sulle emissioni fuggitive di questo documento.
La direttiva 94/63/EC prevede l'installazione di linee di bilanciamento del vapore e di unità di recupero del vapore (VRU) o sistemi di recupero del vapore (VRS) durante le attività di carico/scarico della benzina nelle raffinerie e nei terminali.

Colore dei serbatoi
E' preferibile verniciare i serbatoi che contengono prodotti volatili con una tinta chiara per evitare l'aumento dell'evaporazione conseguente ad un aumento di temperatura del prodotto. La suddetta pratica viene anch'essa richiesta dalla direttiva 94/63/EC per i serbatoi di benzina (salvo deroghe laddove vi siano aree ad alto impatto visivo).

Strategie di stoccaggio
Poiché i serbatoi sono generalmente una delle maggiori fonti di emissioni, è evidente che una riduzione nel loro numero contribuisce ad una riduzione delle emissioni; in tal modo, si ha inoltre anche una riduzione dei fanghi depositati sul fondo del serbatoio e delle acque drenate.
La riduzione del numero dei serbatoi può essere ottenuta migliorando i programmi di produzione e riducendo le operazioni discontinue (un esempio è la realizzazione di un sistema di miscelazione in linea). Questa tecnica è generalmente applicabile alle nuove unità.

Altre tecniche di stoccaggio

Una corretta gestione operativa dello stoccaggio, della movimentazione dei prodotti e di altri materiali utilizzati in raffineria riduce la possibilità di sversamenti, rifiuti, emissioni in aria e in acqua. Alcune tecniche MTD valide sono le seguenti:

- Utilizzare contenitori più grandi (tipo piccoli serbatoi) invece di bidoni. I serbatoi, spesso fissi, sono riutilizzabili e possono essere attrezzati per lo scarico dall'alto e dal basso, mentre i bidoni devono essere riciclati e/o smaltiti come rifiuti. Lo stoccaggio tramite serbatoio può inoltre ridurre la possibilità di perdite. Per esempio, gli oli esausti possono essere raccolti con un adeguato mezzo di trasporto (tank truck) invece che in molteplici bidoni, riducendo in questo modo sia i travasi sia la necessità di smaltire e/o trattare i bidoni stessi.
- Non depositare i contenitori/bidoni direttamente sulla pavimentazione per evitare corrosione e quindi perdite.
- Monitoraggio, prevenzione e controllo della corrosione nelle tubazioni interrate e nei fondi dei serbatoi.
- I serbatoi per lo stoccaggio dell'acqua di zavorra possono causare significative emissioni di VOC. Essi possono quindi essere dotati di un tetto galleggiante.
- Gli sfiati provenienti dai serbatoi di stoccaggio dello zolfo potrebbero essere convogliati nei sistemi del gas acido o essere dotati di altri sistemi di arresto.
- Nei casi in cui vengono utilizzati tubi flessibili (manichette), questi devono essere dotati di connessioni autosigillanti. In alternativa, si devono adottare opportune procedure di drenaggio delle connessioni.
- Installare barriere e/o sistemi di blocco per evitare danni alle attrezzature, causati da urti accidentali di veicoli in moto (vagoni cisterna su strada o su ferrovia) durante le operazioni di carico.
- Per evitare spruzzamenti di prodotto durante il caricamento degli stessi, assicurarsi che i bracci di carico *top loading* non siano funzionanti, se non quando completamente immersi nel contenitore.
- Applicare strumenti o procedure per evitare una tracimazione di idrocarburi dai serbatoi.
- Installare allarme di alto livello nei serbatoi, indipendenti dagli altri sistemi di misurazione (per esempio della temperatura).

Miscelazione in linea

I sistemi di miscelazione in linea sono adottati per la preparazione di grandi volumi di prodotti intermedi e finiti.

Generalmente si ricorre alla miscelazione discontinua, per flussi molto piccoli e per piccoli quantitativi di prodotti preparati per ragioni di mercato, per necessità di particolari controlli fiscali, o per specifiche flessibilità/necessità operative.

Il risparmio di energia (soprattutto elettrica) ottenuto con la miscelazione in linea può essere notevole. L'utilizzo di sistemi di miscelazione in linea riduce, infatti, il numero totale delle operazioni di trasferimento dei prodotti intermedi e il numero dei riempimenti e svuotamenti dei serbatoi, diminuendo conseguentemente anche le emissioni in atmosfera.

La miscelazione in linea, inoltre, consente una maggiore flessibilità per ottenere prodotti a specifica e le esatte quantità di prodotto da commercializzare e determina un notevole risparmio di costi, evitando lo stoccaggio intermedio.

Questi sistemi, in particolare gli analizzatori in linea della qualità e della quantità di prodotti, richiedono la massima attenzione tecnica e manutentiva e, in associazione con opportuni software applicativi, consentono la miscelazione migliore, ottimizzando il rapporto costi/profitto.

Impianti di odorizzazione del GPL

La progettazione e l'esercizio degli impianti di odorizzazione del GPL dovrebbero essere tali da ridurre al minimo il rischio di fughe o perdite odoranti.
In particolare, la progettazione deve prevedere di ridurre il numero delle connessioni di valvole, pompe, filtri, serbatoi, ecc.; si devono adottare connessioni saldate, non flangiate, ovunque sia possibile, e proteggere l'impianto da possibili urti.

Prevenzione e protezione della contaminazione da idrocarburi del suolo e delle acque derivante da perdite nei serbatoi

Qui di seguito vengono descritte le tecniche da considerare nella determinazione delle MTD per la prevenzione delle perdite attraverso il fondo dei serbatoi e la protezione verso la propagazione degli inquinanti. Questo argomento è documentato in EEMUA pub. 183 "Guida per la prevenzione delle perdite dal fondo di serbatoi di stoccaggio verticali, cilindrici, in acciaio".

Prevenzione delle perdite

Il modo migliore per tutelarsi dalla contaminazione del suolo e delle acque sotterranee è di prevenire a monte un rilascio di prodotto, con un efficace sistema di gestione tecnica/progettuale, operativa e di manutenzione. La più comune ed efficace pratica per prevenire le perdite e minimizzare il loro accadimento è quella di adottare, ad intervalli predeterminati, efficaci procedure di ispezione dei serbatoi per verificarne l'integrità.
Per evitare la corrosione sul fondo del serbatoio e delle condutture, si può ricorrere a sistemi di protezione catodica.
La rilevazione di perdite, al primo stadio, è essenziale per adottare tempestivamente interventi correttivi di interruzione/blocco della perdita e di messa in sicurezza.
I sistemi tradizionali più applicati per la rilevazione delle perdite includono specifiche procedure per il controllo accurato delle giacenze e per le ispezioni/sorveglianza del sito. Talvolta si ricorre all'utilizzo di allarmi/detectors di perdite di idrocarburi, portatili o fissi, di pozzi d'ispezione e monitoraggio per la verifica di presenza di inquinanti. Sistemi più avanzati includono sonde di rilevazione elettronica.

Protezione verso la propagazione degli inquinanti

Fermo rimanendo che le misure preventive sono sempre più efficaci per proteggere l'ambiente, più semplici tecnicamente e meno onerose in previsione del lungo funzionamento, è opportuno considerare altre tecniche di protezione, basandosi sulla valutazione dei propri dati storici di accadimento degli incidenti/situazioni di perdite e sversamenti, sulla valutazione dei rischi ambientali, su analisi costi-benefici e sulla sensibilità dei ricettori ambientali presenti. Queste tecniche sono:

- Impermeabilizzazione del bacino di contenimento dei serbatoi (nel caso di rischio significativo di perdite macroscopiche da traboccamento di serbatoio o

rottura linee di ingresso). In alcuni casi il *retrofitting* può non essere possibile ed, in ogni caso, devono essere verificate l'affidabilità e l'integrità.

- Installazione di doppi fondi, con sistemi di rilevazione delle perdite o installazione di membrane impermeabili, come barriere continue contro le perdite, sotto la superficie del fondo dei serbatoi (nei casi di perdite microscopiche dovute a corrosione del fondo dei serbatoi). Nel caso di retrofitting, l'applicazione di questa tecnica può, molto probabilmente, allungare il tempo di inoperosità dei serbatoi durante l'installazione del doppio fondo. La sua applicazione può inoltre ridurre la capacità del serbatoio. Ancora una volta, quindi, il *retrofitting* può non essere possibile.

Riduzione della produzione di rifiuti

Questo specifico aspetto ambientale viene trattato anche nella sezione successiva "Riduzione produzione rifiuti e prevenzione contaminazione suoli".

Emissioni fuggitive di composti organici volatili

Le principali sorgenti di emissioni fuggitive nelle raffinerie sono i sistemi di distribuzione, di pompaggio e di stoccaggio dei liquidi.
Le emissioni fuggitive sono trattate anche nel BRef "Large Volume Organic Chemical Industry (LVOC)" (febbraio 2003), e nel "Documento di riferimento sui principi generali di monitoraggio" (febbraio 2003) per gli aspetti strettamente inerenti al controllo, ai quali si rimanda.

Emissioni fuggitive dovute ai sistemi di movimentazione e trasferimento
Le emissioni fuggitive dovute ai sistemi di movimentazione e trasferimento dei gas e dei prodotti leggeri (valvole, pompe, compressori, guarnizioni, flange, valvole di sicurezza ed elementi di inizio e fine linea) sono la più larga fonte di VOC emessa nell'atmosfera in una raffineria e possono frequentemente superare il 50% dell'emissione totale. In particolare le valvole contribuiscono per il 50 – 60 % alle emissioni fuggitive di tali sistemi. La maggior parte delle emissioni fuggitive è causata solo da una piccola percentuale delle possibili sorgenti (ad es. meno dell'1 % delle valvole in servizio può contribuire al 70 % delle emissioni in una raffineria).
I fattori che contribuiscono maggiormente al malfunzionamento sono la qualità non adeguata del sistema di chiusura o di isolamento del componente e la mancanza di un adeguato programma di manutenzione dell'impianto.
Le emissioni fuggitive dipendono dalla volatilità della sostanza. Tali emissioni possono essere stimate in base a studi dell'EPA (Agenzia nazionale per l'ambiente americana) e del NPI (Agenzia per l'ambiente australiana).
I metodi per stimare le emissioni fuggitive si possono ricondurre a tre:

1. il fattore di emissione medio.
2. il fattore di emissione "leak/no-leak"
3. le equazioni di correlazione

Alcune grosse società hanno elaborato le proprie tecniche di stima, di misurazione e di controllo delle emissioni fuggitive.

Strumentazione per il monitoraggio
Il tipico strumento per monitorare le emissioni dai componenti impiantistici dell'impianto è, solitamente, un FID (Flame Ionization Detector). I FID sono strumenti che possono misurare 0,2-10000 ppm. Nelle misure da effettuare, la sonda dello strumento è posta sulla superficie di interfaccia tra il fluido elaborato e l'atmosfera. Una descrizione dettagliata della strumentazione e delle procedure per effettuare la misura in modo corretto si trova in EPA (453/R-95-017).

Tecniche MTD per la riduzione delle emissioni fuggitive dei VOC dai componenti impiantistici

I metodi per ridurre tali emissioni sono principalmente due:

1. modificare o sostituire i componenti presenti che provocano le perdite.
2. implementare un LDAR (Leak Detection And Repair program)

1. Modifica dei componenti esistenti

Componente	**Modifica**
Tenute delle pompe	Ri-progettazione delle tenute Tenuta stagna Doppia tenuta meccanica con una barriera costruita con un fluido ad una pressione maggiore di quella del fluido pompato
Compressori	Tenuta stagna
Connettori	Saldati assieme
Valvole	Ri-progettazione delle tenute Introduzione di un disco di rottura a monte delle PSV (*pressure safety valve*)
Connettori per il controllo	Anello di controllo chiuso
Elementi di fine linea	Chiusi o tappati

2. Implementazione di un LDAR

Il programma LDAR è utilizzato per ottenere stime sulle emissioni fuggitive di VOC e per determinare che tipo di azione va effettuata per minimizzare tali perdite. Un tipico programma di manutenzione LDAR contiene i seguenti elementi:

- Il tipo di misure
- La frequenza con cui effettuare le ispezioni
- Il tipo di componente che deve essere controllato
- Il tipo di linea di distribuzione che deve essere controllata (per esempio escludendo le linee in cui scorre liquido con tensione di vapore superiore ai 13 kPa)
- Quale perdita deve essere riparata ed entro quale tempo.

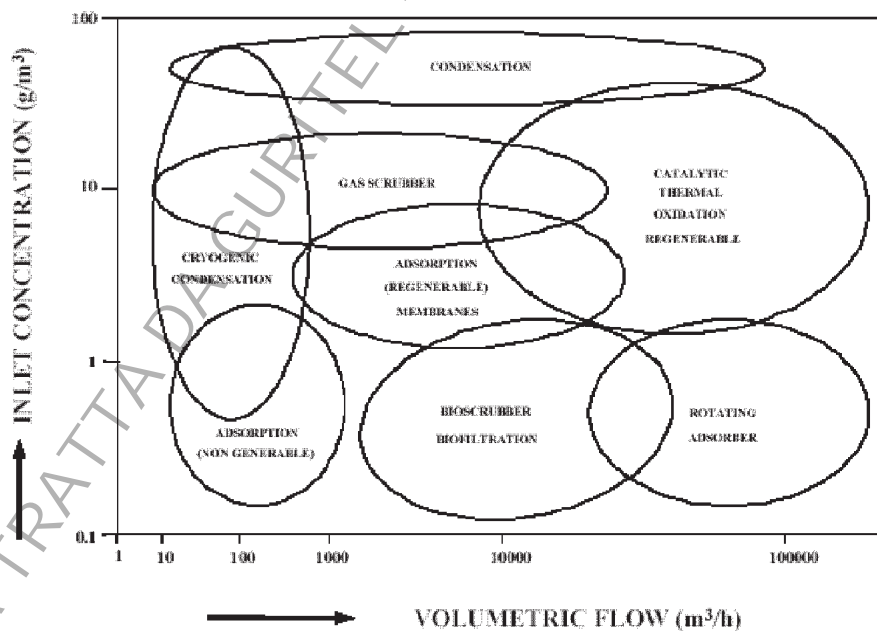
Un programma LDAR consiste nell'usare uno strumento portatile per misurare i VOC durante le ispezioni programmate dei componenti dell'impianto. I guasti sono riparati immediatamente o sono schedati per essere riparati il prima possibile. Un LDAR può ridurre le emissioni fuggitive dal 40 al 64 %, a seconda della frequenza delle ispezioni.
Una dettagliata descrizione del programma LDAR e dei protocolli necessari per applicarlo si può trovare in "1995 Protocol for Equipment Leak Emission Estimates" (EPA 453/R-95-017).

Le emissioni fuggitive da serbatoi per lo stoccaggio dei liquidi
L'argomento relativo alle emissioni da stoccaggio è descritto nella sezione "Stoccaggio e movimentazione del grezzo e dei prodotti petroliferi" di questo documento.

Tecniche di recupero dei vapori
Le unità di recupero vapori sono impianti per la riduzione di VOC emessi durante le operazioni di carico e scarico di prodotti leggeri. Le tecniche per il recupero dei VOC sono diverse ed elencate nelle tabelle seguenti, insieme alle relative prestazioni ed applicabilità.

Tecnica di recupero dei VOC	**Riduzione delle emissioni (%)**	**Riduzione (g/Nm^3)**
Stadio singolo	93 – 99	sino a 10
Adsorbimento su olio	90 – 95	
Carboni attivi utilizzati come adsorbenti	95 – 99	
Condensazione con azoto liquido	90	
Membrane	99	
Stadio doppio	Vicino al 100 %	sino a 0,10 – 0,15

Tecnica di recupero dei VOC	**Limitazioni all'applicabilità**
Carboni attivi	La presenza di componenti non compatibili nel vapore può portare alla distruzione dei carboni
Condensazione con azoto liquido	Può richiedere la presenza di un doppio scambiatore di calore per permettere il continuo sbrinamento durante le operazioni
Membrane	Fino a 5000 ppm. Tecnologia applicabile fino alla piena saturazione degli idrocarburi nel flusso di vapore.

Nella figura seguente [fonte: BRef, 2003] è riportato il diagramma dell'applicabilità delle differenti tecniche per la rimozione dei VOC, in base a flusso e concentrazione iniziale.

Distruzione dei vapori

La distruzione dei vapori tramite ossidazione è, in alcuni casi, una possibile alternativa al loro recupero.

Nell'ossidazione i vapori vengono convertiti in CO_2 ed H_2O attraverso un'ossidazione termica ad alte temperature o un'ossidazione catalitica a temperature più basse. La direttiva 94/63/CE consente l'ossidazione solo in particolari situazioni, per esempio quando l'energia viene recuperata.
L'ossidazione termica può raggiungere un'efficienza di distruzione del 99-99.9%, quella catalitica del 95-99%.
Come effetti ambientali collaterali, l'ossidazione termica genera, a seguito dell'alta temperatura di esercizio, emissioni di NO_X che possono richiedere ulteriori trattamenti per la loro riduzione. L'ossidazione catalitica richiede minore energia per arrivare alla temperatura di combustione, e può essere vantaggiosa rispetto a quella termica nei casi di basse concentrazioni da distruggere.
L'ossidazione termica richiede notevoli misure di sicurezza per evitare esplosioni, mentre quella catalitica presenta l'inconveniente di essere suscettibile all'avvelenamento del catalizzatore.
Per ambedue le tecniche di ossidazione è necessario il consumo di combustibile (19-82kg/h) sia per la combustione sia per il preriscaldamento del catalizzatore.
Le tecniche di ossidazione possono essere applicate a sfiati provenienti da reattori, da serbatoi, da impianti fissi di carico, da forni e da essiccatori, da operazioni di bonifica e da altre operazioni legate ai processi di raffinazione.
L'investimento necessario è molto variabile (2-25M€ e 3,2-16 M€ per caricamento via mare), in funzione dei volumi e della composizione dei vapori da incenerire, dello specifico sito e delle apparecchiature dove viene installato.
Il calore di combustione può essere recuperato producendo vapore a bassa pressione oppure riscaldando acqua o aria.

Bilanciamento dei vapori nei processi di caricamento prodotti
Nelle operazioni di carico di prodotti, estratti da serbatoi a tetto fisso ed inviati in contenitori riceventi chiusi (veicoli, chiatte, altri serbati a tetto fisso, etc.), può essere utilizzata una linea di bilanciamento di ritorno dal contenitore ricevente a quello di rifornimento, ove possono essere stoccati prima della loro distruzione o recupero. La tecnica del bilanciamento consente una riduzione dell'80% o più dei VOC emessi. Questa tecnica necessita di misure e procedure di sicurezza per prevenire miscele esplosive e rischi di incendio.

Tecniche di caricamento di idrocarburi dal fondo dei serbatoi
Le operazioni di carico o scarico devono essere effettuate con ingresso del prodotto dal fondo dei serbatoi, onde evitare evaporazioni per spruzzi e flash. Le tecniche progettuali e le precauzioni operative del carico dal fondo sono previste dalla Direttiva 94/63/CE.

Torce

Descrizione

La torcia è un dispositivo di raffineria, essenziale per la sicurezza ed il controllo ambientale, ove vengono distrutti, tramite ossidazione termica (combustione), potenziali scarichi di gas idrocarburici, indesiderati o in eccesso, oppure generati durante situazioni di emergenza, di transitorio, di fermata o di avviamento impianti.

Solitamente la torcia opera senza che vi sia formazione di nerofumo, eccetto che nei casi di scarichi per emergenze notevoli.

Le emissioni di SO_X dalla torcia rappresentano generalmente un contributo marginale alle emissioni globali dell'intera raffineria, tranne in quelle raffinerie che utilizzando nei propri processi combustibili puliti hanno livelli di emissione minime o particolarmente basse.

Nelle raffinerie solitamente è presente una torcia addizionale, separata da quella generale, utilizzata per la specifica combustione del gas acido (ricco in H_2S) residuo, non convertito, proveniente dagli impianti di recupero zolfo, Claus o Tail gas clean up.

I sistemi di torcia includono una sezione di convogliamento dei potenziali scarichi di gas, con *knock out drum* (separatore gas-liquido) ed il camino di combustione. Nella maggior parte delle raffinerie vi sono *knock out drums* addizionali installati anche all'interno delle singole unità di processo e dotati di valvole di intercettazione per consentire il fuori servizio e la manutenzione.

L'altezza del camino e la posizione ove viene installato sono progettati per garantire la necessaria dispersione di calore e dei prodotti di combustione.

L'intero sistema di torcia viene progettato per garantire le operazioni in sicurezza ed include dispositivi per evitare ritorni di fiamma (guardia idraulica), bruciatori pilota sempre accesi e sistema di iniezione di vapore appropriato.

Aspetti ambientali: i consumi

I principali consumi della torcia, rappresentati da minimo tecnico di "purge gas" (per mantenerla in funzione), di vapore e di gas per bruciatori pilota, risultano molto contenuti durante le normali condizioni operative.

Aspetti ambientali: le emissioni

Le tipiche emissioni da una torcia sono costituite da CO_2 (98%), da prodotti di combustione parziale (1.5% - quasi interamente CO) e da gas non combusti (0.5%), con possibili tracce di H_2S e di VOC non combusti.

In generale, le emissioni dalle torce variano in funzione del flusso di gas da distruggere, della sua composizione, dalla temperatura di fiamma, e, essendo il processo di ossidazione termica a fiamma libera, della velocità del vento. L'acqua, contenente possibili idrocarburi e presente nella guardia idraulica, viene periodicamente inviata all'impianto di trattamento acque reflue di raffineria.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

- Utilizzare la torcia solo come sistema di sicurezza (durante l'avviamento, la fermata ed in emergenza).
- Assicurare l'operatività della torcia senza formazione di pennacchio (nerofumo) mediante l'immissione di vapore.

- Minimizzare l'invio di gas in torcia mediante una combinazione dei seguenti aspetti.
  - Bilanciamento del sistema fuel gas di raffineria per evitare eccessi di produzione rispetto al consumo; in ogni caso l'eccesso deve essere convogliato in torcia e non sfiatato in atmosfera.
  - Installazione di un sistema di recupero del gas diretto in torcia, quando economicamente conveniente.
  - Utilizzo di valvole di rilascio ad alta integrità
  - Applicazione di sistemi avanzati di controllo di processo, tali da evitare l'invio di gas in torcia (trafilamento o apertura valvole).
- Per tenere sotto controllo la quantità di gas convogliati al sistema della torcia, anche al fine di risalire alla causa di perdite a monte e pianificare un'adeguata manutenzione per la loro prevenzione, potrebbe risultare utile installare un sistema di misurazione della loro portata.

Impianto di trattamento delle acque acide (SWS)

Quasi tutti i processi di raffineria necessitano di un apporto di vapore per migliorare la distillazione o la separazione dei prodotti. Ciò genera produzione di acqua acida e/o condensa, che possono essere contaminate da idrocarburi. L'acqua acida necessita di un trattamento prima di essere inviata all'impianto di trattamento di acque reflue o di essere eventualmente riutilizzata come acqua di lavaggio. Una tipica composizione dell'acqua acida è 900 mg/l di idrogeno solforato, 2000 mg/l di ammoniaca, 200 mg/l di fenoli e 15 mg/l di acido cianidrico.

Descrizione del processo

L'acqua acida proveniente dai diversi impianti di raffineria viene strippata nell'unità SWS e può essere riutilizzata nell'impianto desalter.

La maggior parte degli impianti SWS è a *singolo stadio* con una sola colonna di strippaggio. Le acque acide provenienti dalle unità di processo sono convogliate ad un polmone che agisce da contenitore della carica dell'impianto e da sedimentatore, per la separazione della parte oleosa. Talvolta il polmone può essere sostituito da un serbatoio che omogeneizza i diversi flussi di acqua, inoltre rimuove la componente oleosa che potrebbe causare otturazioni nello stripper e aiuta la produzione di gas acido a composizione costante per il SRU.

Dal serbatoio/polmone l'acqua acida, riscaldata in uno scambiatore di calore, viene inviata allo stripper dove viene strippata in controcorrente da vapore. La temperatura di entrata in colonna è di circa 100°C per ottimizzare il vapore di strippaggio. Una temperatura di carica superiore a 100°C non è consigliabile per evitare evaporazioni all'ingresso della colonna stessa. Le pressioni di esercizio nella colonna variano da 0.5 a 1.2 bar in funzione della destinazione del gas di uscita. Spesso è applicato il controllo del pH per massimizzare la rimozione sia del H_2S che del NH_3.

I gas acidi in uscita dalla testa dello stripper possono essere inviati all'impianto di recupero zolfo (SRU), a un forno inceneritore o alla torcia; poiché il gas inviato al forno o alla torcia contribuisce all'emissione di SO_2 e NO_X, è preferibile (e spesso applicato) il trattamento nel SRU.

L'unità SWS a due stadi è costituita da due colonne: nella prima viene rimosso H_2S dalla testa e NH_3/acqua dal fondo, ad un pH di circa 6, e nella seconda, ad un pH più alto (10), viene rimosso NH_3 dalla testa e acqua di strippaggio dal fondo. Ciò porta a concentrazioni inferiori di H_2S e NH_3 presenti nelle acque destinate all'impianto di trattamento acque. L' uso della seconda colonna di strippaggio prevede un consumo aggiuntivo di energia e di agenti chimici per il controllo del pH.

Il processo a due stadi può raggiungere un recupero complessivo di H_2S e di NH_3 rispettivamente del 98% e 95%. L'ammoniaca generata dal SWS talvolta può essere utilizzata all'interno della raffineria, per esempio per la riduzione di NO_X nel CO boiler del FCCU o nei fumi di un forno o caldaia.

L'SWS è un'unità particolarmente importante dal punto di vista ambientale: per questo motivo è necessario massimizzare la sua disponibilità ed affidabilità per ridurre al minimo i tempi di fuori esercizio e di manutenzione. Le tecniche da considerare per far fronte a questi aspetti sono: un'accurata programmazione della sua fermata (in concomitanza con gli impianti maggiormente produttori di acqua acida); un utilizzo

temporaneo di stoccaggio aggiuntivo dell'acqua da trattare; oppure impianto SWS di riserva.

Aspetti ambientali: i consumi

Elettricità (kWh/t)	Consumo di vapore (kg/t)
2 –3	100 – 200

Aspetti ambientali: le emissioni e il loro riutilizzo

L'unità SWS produce gas acido ed acque reflue inviate all'impianto di trattamento delle acque reflue di raffineria. La tabella seguente mostra le caratteristiche ed i possibili impieghi degli effluenti da un SWS ad un singolo stadio.

Effluenti del SWS	Possibile utilizzo	Flusso	Composizione	Commenti
Gas acido con H_2S	Invio a SRU per recuperare lo zolfo	Dipende dalla quantità di H_2S presente nell'acqua acida in carica allo SWS	Principalmente H_2S e NH_3, dipende dal tipo di grezzo e dalla configurazione della raffineria	L'invio dei gas di uscita dallo stripper può influenzare negativamente, anche in maniera molto significativa, l'efficienza e le condizioni di marcia del SRU, principalmente per il contenuto di NH_3.
Acqua reflua di strippaggio	Utilizzo come acqua di lavaggio del desalter, con adeguate concentrazioni di H_2S (<di 20 ppm) e NH_3 (<di 150 ppm). Tali limiti sono richiesti per evitare la corrosione negli impianti a valle (es. CDU). In alternativa, invio al trattamento acque reflue di raffineria	20-50 m^3/h per una raffineria di 5Mt/anno	COD: 500 mg/l H_2S: 10 mg/l Fenoli: 30-100 mg/l NH_3: 75-150 mg/l	L'acqua di strippaggio può essere ridotta limitando l'immissione di vapore nuovo ed incrementando l'uso di un ribollitore

Nel caso in cui le acque da SWS non siano riutilizzate (come per esempio nel desalter) ma inviate direttamente al trattamento acque reflue, la concentrazione di NH_3 in esse contenuta potrebbe essere troppo elevata rispetto a quella richiesta in ingresso all'impianto di trattamento stesso: per ovviare a questa situazione la colonna dell'unità SWS ad uno stadio può essere modificata inserendo un numero maggiore di stadi (piatti) oppure può essere installata una seconda colonna.

Trattamento delle acque effluenti e riutilizzo acque

Questa sezione descrive le tecniche di trattamento delle acque reflue. Informazioni più approfondite si possono trovare nel BRef sui trattamenti dei gas di scarico e delle acque reflue.
In generale, le acque reflue tipiche di raffineria sono:

- acque di processo contenenti organici disciolti o in sospensione generati in varie unità della raffineria, a seguito di immissione di vapore e/o di lavaggio con acqua di frazioni idrocarburiche;
- acque reflue provenienti dal desalter;
- acque reflue provenienti dall'unità di trattamento delle acque acide (SWS);
- acque di drenaggio dai serbatoi di prodotti;
- acque di drenaggio dai serbatoi di acqua di zavorra;
- scarichi (acque di raffreddamento) dalle torri di raffreddamento;
- acqua piovana contaminata da idrocarburi.

Queste acque reflue contengono inquinanti quali, tra gli altri, idrocarburi, H_2S, ammoniaca, fenoli, fanghi, COD e BOD, solidi.
Allo scopo di rispettare i limiti previsti dalle leggi vigenti, le acque reflue vengono convogliate attraverso il sistema fognario di raffineria e depurate attraverso i seguenti trattamenti:

1. Tecniche di separazione fisica e chimico – fisica dell'olio disperso e dei solidi sospesi dall'acqua (trattamenti primario e secondario).
2. Trattamento biologico (o terziario) ed eventuali ulteriori trattamenti.

Aspetti ambientali: emissioni dal sistema di trattamento acque

MATRICE	IMPATTO
Aria	Idrocarburi, benzene, H_2S, NH_3, mercaptani provenienti dall'evaporazione dell'acqua reflua nei serbatoi, nei sistemi di drenaggio a cielo aperto e nel trattamento primario (API, CPI, PPI). VOC emessi durante le operazioni di strippaggio con aria nei trattamenti secondario (DAF) e biologico.
Acqua	Gli impianti di trattamento devono essere gestiti con la massima accuratezza: nell'eventualità di cattivo funzionamento, infatti, possono verificarsi situazioni di rilasci anomali (scarichi fuori norma).
Rifiuti	Fanghi da varie unità di trattamento: • fanghi da separatore API, contenenti fenoli, metalli e oli (fino al 10%); • fanghi da precipitazione chimica, contenenti coagulanti chimici e oli; • fanghi da unità di flottazione, contenente olio (fino al 30%); • fanghi biologici, contenenti metalli, solidi sospesi e oli (<0.5%); • calce spenta. Questi fanghi vengono inviati a smaltimento o incenerimento.

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

Fermo rimanendo l'importanza di implementare un sistema di gestione delle acque di raffineria (come parte integrante del sistema di gestione ambientale), che comprenda l'identificazione di tutte le correnti affluenti all'impianto di trattamento, vengono riportate nel seguito alcune specifiche tecniche da considerare per la riduzione degli scarichi a monte dell'impianto di trattamento. E' possibile riconoscere il tipo e il grado di contaminazione (da idrocarburi) dell'acqua direttamente alla fonte, mediante l'utilizzo di radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza.

Le tecniche da considerare sono le seguenti.

- Riutilizzo dell'acqua acida proveniente dal SWS come acqua di lavaggio del desalter (o come acqua di lavaggio in testa alla colonna principale FCC).
- L'acqua di processo derivante dall'unità di polimerizzazione dovrebbe essere adeguatamente trattata per ridurre il suo contenuto di fosfati.
- Le acque di zavorra, che possono contenere prodotti volatili e quindi generare emissioni di VOC significative e problemi di sicurezza, dovrebbero essere stoccate in serbatoi a tetto galleggianti.
- Per ridurre l'evaporazione dei composti leggeri e assicurare l'efficienza del trattamento biologico, la temperatura delle acque reflue dovrebbe essere controllata.
- L'acqua piovana proveniente da aree di impianti inquinate o potenzialmente inquinabili dovrebbe essere inviata all'impianto di trattamento; affinché l'efficienza dell'impianto non sia influenzata da grandi volumi di acqua piovana contaminata, è necessario verificare l'opportunità di installazione di una capacità sufficiente di transito (serbatoio per l'acqua piovana). L'acqua proveniente da aree non inquinate può essere scaricata direttamente secondo le norme vigenti (dietro autorizzazione) o eventualmente riutilizzata.
- L'utilizzo di sostanze tensioattive deve essere controllato e ridotto al minimo, per evitare malfunzionamenti dell'impianto di trattamento. Le tecniche sono:
  - adeguata formazione degli operatori;
  - utilizzo di pulitura a secco, acqua o vapore ad alta pressione per pulire le superfici contaminate con olio e sporche (pulizia degli scambiatori, di cisterne, etc.);
  - evitare l'utilizzo di sgrassatori a base di solventi clorurati attraverso sistemi di lavaggio ad alta pressione e/o utilizzo di sgrassatori biodegradabili.
- Utilizzo di serbatoi di equalizzazione per lo stoccaggio delle acque reflue.

Riduzione e recupero degli idrocarburi provenienti dalle acque reflue

Le acque reflue, contenenti benzene, fenoli e idrocarburi in generale, in casi specifici di alte concentrazioni, possono essere trattate più facilmente ed efficacemente nel punto in cui sono generate piuttosto che nell'impianto di trattamento acque reflue dopo essersi miscelate con altre acque. L'identificazione delle fonti degli idrocarburi, di conseguenza, è il primo provvedimento da prendere in considerazione.

Trattamento primario

Il trattamento primario consiste in un separatore olio/acqua (CPI, PPI o API) dove avviene la rimozione di olio libero e di solidi. Il separatore API è un bacino rettangolare nel quale le acque reflue fluiscono orizzontalmente mentre l'olio e le particelle solide in

dispersione riaffiorano in superficie da dove si separano dalla fase acquosa per effetto della differenza di densità.
Utilizzando dei dispositivi di intercettazione del tipo CPI (piatti corrugati) o piani (PPI) è possibile è possibile rimuovere per coalescenza particelle oleose di dimensioni sotto i 100 µm; tali sistemi per gravità diventano poco efficienti sotto i 20 µm.
Talvolta può essere utilizzato un serbatoio di equalizzazione a monte o a valle del separatore, per ottenere un'omogeneizzazione della qualità ed assorbire eventuali picchi di contaminanti. Nel serbatoio di equalizzazione talvolta può essere realizzata un'ulteriore separazione delle frazioni leggere dell'olio.
Le emissioni in aria di VOC (incluso il benzene) e di componenti odorosi (idrogeno solforato e mercaptani) spesso non possono essere controllate completamente con misure a monte; pertanto, anche a seguito del monitoraggio dell'esposizione degli operatori, può risultare necessario dotare i separatori di coperture, fisse o galleggianti, talvolta con trattamenti dei gas effluenti (biofiltri o nuove immissioni nel bacino di aerazione). Le coperture galleggianti possono presentare problemi nella raccolta (skimming) dell'olio sospeso. Con le coperture le emissioni di VOC provenienti dai separatori di olio possono essere ridotte a 3 g/m^3. Si deve inoltre prestare la massima attenzione agli aspetti legati alla sicurezza (esplosività delle miscele VOC/aria).
La performance di API e di CPI è indicativamente di 50 – 100 ppm di idrocarburi nello scarico.
I controlli di VOC nelle operazioni riguardanti le acque oleose (nuova installazione o retrofit) sono riassunti nella tabella seguente.

Fonte delle emissioni	Canali artificiali di drenaggio/bacini di pompaggio/separazioni e operazioni di drenaggio dell'acqua oleosa			
Tecnologia di controllo	Impianti fissi di drenaggio automatico dell'acqua dai serbatoi contenenti prodotto	Coperture fisse/galleggianti su API/pozzetto di raccolta olio (pre – separatore)	Incenerimento	Sistemi di raccolta dell'olio da campionamento (da laboratorio e da campionamento di serbatoi)
Efficienza	80%	80 – 90%	98%	90% per sistemi a ciclo chiuso e recupero dell'olio in contenitori in laboratorio
Costi di investimento	2 – 30 k€ per serbatoio	1k€/m^2	1000 k€	Non disponibili
Costi operativi	Bassi	Moderati	100 k€ /anno	Non disponibili
Commenti su altri impatti	Può non essere adatta per tutti i tipi di prodotto stoccato	Limitazione sull'accesso a API. Le coperture fisse possono richiedere sistemi depuranti	Presume che API sia coperto	Non disponibili

Trattamento secondario
Dopo il trattamento primario, le acque reflue vengono inviate alle unità di flottazione per la rimozione dell'olio residuo e dei solidi dispersi; talvolta il processo di flottazione è aiutato dall'iniezione di polielettroliti.
I problemi ambientali e di sicurezza sono analoghi a quelli del trattamento primario: per questo motivo anche le unità DAF dovrebbero essere dotate di coperture come misura preventiva di riduzione delle emissioni. Le unità di flottazione permettono di raggiungere in uscita 10 – 20 ppm di olio.

Trattamento terziario o biologico
L'acqua reflua in uscita dal flottatore è convogliata all'impianto di trattamento biologico, solitamente un'unità di fanghi attivi, in cui vengono rimossi quasi tutti gli idrocarburi disciolti ed altri organici per mezzo di batteri. Nel caso in cui è richiesta la rimozione spinta dei composti azotati si effettua la denitrificazione in un separatore.
Esistono altre tecniche che possono essere prese in considerazione, quali, per esempio, l'utilizzo di carbone attivato granulare e di carbone attivato potenziato.
I problemi ambientali e di sicurezza sono gli stessi dei trattamenti primario e secondario.
Le unità di trattamento biologico rimuovono l'80 – 90% di olio disciolto e di COD, come pure il 90 – 98% di BOD in normali condizioni di lavoro. Di particolare importanza è che la progettazione del trattamento biologico sia specifica per la tipologia di contaminanti e di acque reflue da trattare.

Trattamenti finali (eventuali)
Nelle situazioni di scarsa disponibilità di risorsa idrica, si deve valutare la possibilità di riutilizzo dell'acqua, ad esempio come acqua di lavaggio o come acqua di alimentazione di caldaia. I trattamenti addizionali richiesti in questi casi potrebbero essere per esempio la filtrazione a sabbia, seguita da una combinazione di ultrafiltrazione o filtrazione a carbone attivato, e l'osmosi inversa; altre tecniche sono l'ozonizzazione/ossidazione e lo scambio ionico.

Sistemi di raffreddamento

Descrizione
I prodotti provenienti dai vari processi di raffineria vengono raffreddati in scambiatori di calore mediante l'impiego di fluidi termovettori (prevalentemente aria e/o acqua dolce o di mare, opportunamente condizionata chimicamente) convogliati in apparecchiature di scambio termico, al fine di garantire specifiche condizioni fisiche di temperatura dei prodotti nei vari processi industriali.
Il fabbisogno di raffreddamento in una raffineria dipende dallo schema di lavorazione di raffineria e dal grado di integrazione termica delle varie unità di processo.
La tabella seguente riporta un esempio di fabbisogno di raffreddamento in una raffineria con capacità di lavorazione di 7 milioni di tonnellate all'anno.

Utilizzo del raffreddamento	**Necessità di raffreddamento**	
	MW	*%*
Raffreddamento di prodotti	400	94
Raffreddamento di pompe e compressori	10	2
Sistemi di vuoto	15	4
Raffreddamento totale	425	100

Maggiori informazioni si possono trovare nel BRef sui sistemi di raffreddamento industriale.

Aspetti ambientali: i consumi
L'energia richiesta per i sistemi di raffreddamento dipende dal tipo di fluido termovettore e dalla tecnica di raffreddamento utilizzati: nei sistemi di raffreddamento ad acqua viene consumata energia elettrica motrice per le pompe, in quelli ad aria energia per i ventilatori.

Aspetti ambientali: le emissioni
I sistemi di raffreddamento determinano l'aumento della temperatura del fluido raffreddante; nel caso di utilizzo di acqua si ha un aumento di temperatura della stessa di 10-15 °C.
Nel caso di raffreddamento ad acqua si può avere la presenza di eventuali prodotti petroliferi (in caso di perdite dagli scambiatori) e di additivi antisporcamento a base di cloro/bromo, anticorrosione a base di zinco, cromo, ed altri agenti disperdenti. Nel caso di sistemi di raffreddamento chiusi, si possono verificare emissioni di VOC, dovute a perdite o a strippaggio, dalle torri di raffreddamento.

La tabella seguente sintetizza i potenziali rilasci di contaminanti od effetti dai sistemi di raffreddamento.

MATRICE	**IMPATTO**
Aria	VOC, rumore (in particolare per sistemi di raffreddamento ad aria), pennacchi visibili
Acqua	Oli minerali, additivi a base di cloro, bromo, zinco, cromo, molibdeno
Altro	Potenziale trascinamento di pesci nel prelievo di acqua dal mare o da corso d'acqua superficiale

Tecniche da considerare nella determinazione delle MTD

- Applicare le MTD derivanti dal BRef sui sistemi di raffreddamento
- Per migliorare l'efficienza energetica e per ridurre i consumi di acqua di raffreddamento o di aria, ottimizzare il recupero di calore tra flussi di processo all'interno di un singolo impianto o integrando le varie unità di processo.
- Mantenere separate le acque di raffreddamento da quelle di processo, poiché queste ultime sono normalmente più contaminate delle altre. Un eventuale riutilizzo delle acque di processo per il raffreddamento dovrebbe avvenire solo dopo il trattamento primario.
- Per ridurre il consumo di acqua valutare, durante la progettazione, la possibilità di utilizzare l'aria per il raffreddamento; le limitazioni sull'applicabilità in questo caso sono il rumore, lo spazio e le condizioni climatiche.
- Allo scopo di intervenire tempestivamente in caso di perdite di idrocarburi in acqua è utile dotarsi di un sistema di monitoraggio appropriato.
- Valutare l'opportunità, fattibilità e convenienza economica di riutilizzare il calore a un livello basso (ad esempio teleriscaldamento per quartiere) laddove esiste una domanda locale.

Riduzione produzione rifiuti e prevenzione contaminazione suoli

La gestione dei rifiuti, così come la gestione dei siti inquinati, è regolamentata dalle leggi italiane e dalle direttive e regolamenti europei, alle quali si deve far sempre riferimento per assicurare la conformità agli obblighi, disposizioni e prescrizioni ivi previsti.
La gestione dei rifiuti è definita (art.6 del D.L.22/97) come "la raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, compreso il controllo di queste operazioni, nonché il controllo delle discariche e degli impianti di smaltimento dopo la chiusura".
Le raffinerie, nella generalità dei casi, fermo rimanendo gli oneri dei produttori e detentori di rifiuti, affidano le attività di raccolta, stoccaggio, trasporto, recupero e smaltimento a soggetti terzi o ditte contrattrici specializzate e autorizzate ai sensi delle disposizioni vigenti.

La gestione dei siti inquinati è regolamentata dal DM 471/99, e successive modifiche ed integrazioni, che stabilisce i "criteri, le procedure e le modalità, per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati". In particolare nel DM vengono definiti in dettaglio i criteri tecnici e le modalità per la caratterizzazione dei suoli, per l'approvazione del progetto e per l'autorizzazione degli interventi. La bonifica dei suoli non è inclusa nello scopo di questo documento.

In questo documento, pertanto, come nel BRef, vengono fornite solo informazioni circa le migliori tecniche, più diffuse ed adottate nelle raffinerie italiane ed europee, per la prevenzione e minimizzazione della produzione di rifiuti e per la prevenzione dell'inquinamento dei siti.

Descrizione dei rifiuti di raffineria
I rifiuti tipici generati nelle raffinerie (fermo rimanendo le definizioni, gli elenchi ed i criteri di classificazione previsti dalla normativa) includono le seguenti tipologie:
- fanghi oleosi dal trattamento delle acque effluenti di processo, fanghi (morchie e fondi) di serbatoi, fanghi acidi da processi di alchilazione, fanghi da impianti, apparecchiature e processi di manutenzione;
- perdite di olio, asfalti;
- terreno contaminato;
- catalizzatori esausti di processo;
- filtri di argilla esauriti;
- rottami metallici e non da manutenzioni o demolizioni;
- rifiuti contenenti zolfo.

Alcune possibilità da considerare per il recupero, dopo verifica di conformità con i criteri di legge e le caratteristiche richieste dagli impianti di recupero, sono le seguenti:
- recupero di metalli da alcuni catalizzatori di processo;
- oli lubrificanti esausti: ri-raffinazione;
- contenitori e bidoni vuoti: ricondizionamento;
- recupero e riutilizzo del fluoruro di calcio per la produzione di acido fluoridrico o nell'industria dell'acciaio;

- utilizzo del solfato di ammonio prodotto nei processi rigenerativi di lavaggio dei fumi (FGD) come fertilizzante o come base per la produzione di ammoniaca;
- vendita del gesso o dell'acido solforico prodotti dall'unità di desolforazione fumi;
- carta, vetro, legno, metalli da demolizioni;
- demolizioni di materiali da costruzione.

Tecniche per prevenire e minimizzare la produzione e la pericolosità dei rifiuti e la contaminazione dei suoli e delle acque

Si considera MTD l'adozione di un Sistema di Gestione Ambientale che contenga efficaci elementi di prevenzione, controllo e monitoraggio come segue.

- L'identificazione delle specifiche sorgenti di produzione dei rifiuti generati dalle singole attività, processi ed impianti e delle potenziali e prevedibili casi incidentali di rilascio di prodotti con contaminazione del suolo e/o acque.
- Le tecniche (procedure, modalità e attrezzature) per la prevenzione e riduzione della produzione dei rifiuti e per la prevenzione della contaminazione dei suoli e delle acque.
- La preparazione ed attuazione di uno specifico piano di azioni con l'obiettivo di ridurre la produzione dei rifiuti e per prevenire la contaminazione dei suoli e delle acque.

Le tecniche da considerare nel sistema di gestione sono:

- Procedure e/o sistemi per ridurre la generazione di fondami di serbatoi, in esercizio, di grezzo e di prodotti pesanti. I fondami dei serbatoi di grezzo rappresentano, tipicamente, una notevole percentuale dei rifiuti di raffineria. I fondami sono costituiti da idrocarburi pesanti, solidi, acqua, ruggine. La minimizzazione dei fondami può essere ottenuta tramite un'accurata separazione dell'olio e dell'acqua contenuta sul fondo dei serbatoi. Alcune tecniche da considerare prevedono l'installazione di miscelatori interni (Jet Mixers) o l'utilizzo di prodotti chimici che facilitano la separazione olio/acqua. Si tenga tuttavia presente che mantenere i fondami miscelati con il grezzo comporta l'invio di sedimenti e sali all'impianto di desalter.
- Procedure per ridurre la produzione di rifiuti (fanghi da serbatoi) durante la manutenzione o fuori esercizio dei serbatoi di grezzo e di prodotti pesanti. Una tecnica da considerare è disciogliere i fondami con gasolio caldo a temperature intorno ai 50 °C. Si tenga tuttavia presente la possibile generazione di VOC e la problematica dell'utilizzo della miscela ottenuta di gasolio/fondame.
- Procedure e tecniche per la riduzione dei volumi dei fanghi. I fanghi sono definiti come emulsioni di olio in acqua, resi stabili dalla presenza di materiali e particelle solide. Nelle raffinerie vi sono differenti tipi di fanghi, tra cui fondami di serbatoi, di unità di separazione API, di unità di flocculazione e flottazione, suoli contaminati. I fanghi biologici rappresentano, in alcune raffinerie, una categoria specifica, in □urante di contenuto di olio e di potenziale *dewatering*. Nelle raffinerie europee i fanghi vengono genralmente inviati all'incenerimento o a discarica (e talvolta al *land farming*); poiché l'orientamento della futura legislazione è verso la minimizzazione delle discariche e l'eliminazione del land farming, è evidente l'importanza della riduzione dei volumi di fanghi prodotti. Le tecniche possibili da utilizzare sono:
  - essiccamento/eliminazione degli oli tramite centrifugazione,

- filtri a pressa,
- filtri a pressione,
- filtri rotanti sottovuoto,
- centrifughe a dischi,
- agitatori, etc.

Tali operazioni vengono effettuate con attrezzature fisse o mobili generalmente fornite da contrattori specializzati. La tecnica dell'essiccamento non viene praticamente mai utilizzata nelle raffinerie per motivi di sicurezza.

- Procedure e/o sistemi di campionamento prodotti del tipo a circuito chiuso per evitare dispersioni del prodotto da campionare.
- Procedure e/o sistemi di drenaggio dedicati per minimizzare i drenaggi di olio con acqua dalle apparecchiature, contenitori e serbatoi.
- Procedure per identificare e controllare tempestivamente la sorgente di eventuale presenza anomala di olio in fognature e impianti di trattamento effluenti
- Procedure operative per una corretta gestione dei catalizzatori utilizzati negli impianti di processo, per assicurarne il ciclo ottimale di esercizio, prevenendo disattivazioni anticipate e produzione di rifiuti
- Ottimizzazione dei processi di lavorazione per ridurre la produzione di prodotti fuori norma da riciclare
- Ottimizzazione e controllo dell'uso degli oli lubrificanti nelle macchine per ridurre le necessità e frequenza del ricambio.
- Controllo del sodio contenuto nella carica al visbreaking per ridurre la formazione di coke.
- Esecuzione delle operazioni di pulizia, lavaggio ed assemblaggio attrezzature solo in aree costruite e dedicate allo scopo.
- Prelievo, cernita e raggruppamento dei rifiuti.
- Ottimizzazione dell'utilizzo della soda (aumentandone il riciclo), utilizzata in vari processi di raffineria, per assicurarsi che sia completamente esausta e non più adeguata alle esigenze di processo, prima di essere considerata un rifiuto.
- Definizione ed utilizzo di procedure e tecniche per il *deoling* dei fanghi.
- Neutralizzazione: miscelazione del catalizzatore del processo di polimerizzazione (H_3PO_4) con calce.
- Trattamento di filtri ad argilla e sabbia e di catalizzatori con vapore, flussaggio o rigenerazione prima dello smaltimento.
- Definizione ed utilizzo di procedure per ridurre l'ingresso di particelle solide nelle fognature. Le tecniche da considerare sono:
  - pulizia delle aree pavimentate
  - pavimentazione delle aree critiche
  - pulizia dei pozzetti delle fognature
  - riduzione dei solidi provenienti dal lavaggio degli scambiatori di calore (valutando l'utilizzo di prodotti antisporcamento nelle acque di raffreddamento).
- Segregazione, ove possibile, delle acque effluenti di processo da acque piovane pulite.
- Il trattamento dei materiali usati nella raffineria potrebbe comportare delle perdite che contaminano il suolo o l'acqua piovana. La pavimentazione può impermeabilizzare e fornire un cordolo all'area dove sono trattati i materiali, per la

raccolta dei possibili materiali versati, evitando la contaminazione del suolo e dell'acqua piovana. Questo ridurrebbe al minimo il volume di rifiuti generati e permetterebbe la raccolta e il ritiro del materiale.

- Esecuzione di un'analisi di rischio ambientale per identificare i casi significativi ove possono verificarsi eventi incidentali di sversamento prodotti con conseguente contaminazione di suoli e/o acque (gli elementi da considerare sono i potenziali rilasci di prodotti da serbatoi e da tubazioni, l'età delle apparecchiature, la tipologia del suolo e delle acque sotterranee che potrebbero essere impattate). Si noti che la valutazione dei rischi ambientali è prevista, in ogni caso, per le attività e sostanze rientranti nel campo di applicazione della Direttiva Seveso. In funzione dei risultati dell'analisi di rischio, occorre preparare un programma temporale degli eventuali interventi e di azioni correttive:
  - sul fattore della prevenzione per la riduzione della probabilità di accadimento dello sversamento (come ad esempio utilizzo di procedure per un accurato controllo del livello del prodotto, di allarmi/detectors di perdite di idrocarburi, di allarmi di alto livello, di valvole motorizzate per intercettazione dei flussi di ingresso, etc.);
  - sul fattore della protezione per ridurre/fermare l'infiltrazione nel suolo e la migrazione dei contaminanti sversati (come ad esempio impermeabilizzazioni del bacino di contenimento del serbatoio, di barriere di argilla o di membrane plastiche nei confini delle unità o impianto, intercettazioni e canalizzazioni dei flussi, definizione ed installazione di adeguata rete piezometrica di monitoraggio con eventuali pozzi di emungimento e pompe di prelievo olio/acqua).
- Minimizzazione delle tubazioni interrate che potrebbero essere fonte di perdite non rilevate; tuttavia la modifica della situazione esistente potrebbe risultare estremamente costosa e/o non fattibile.
- Installazione, ove necessario, praticabile ed economicamente conveniente, di doppia parete in serbatoi interrati.
- Procedure per l'ispezione meccanica, monitoraggio delle corrosioni, riparazione e sostituzione di linee deteriorate e fondi di serbatoi. Valutazione della necessità di installare di protezioni catodiche.
- Procedure per l'identificazione di perdite da fognature e tubazioni.

G. IDENTIFICAZIONE DI EVENTUALI TECNICHE ALTERNATIVE E DEFINIZIONE, OVE POSSIBILE, DEL RANGE DI PRESTAZIONE DI TALI TECNICHE

Contenimento delle emissioni sonore

I primi interventi che si possono effettuare sono quelli sulla sorgente sonora; questo tipo di interventi sono da privilegiare rispetto a quelli realizzati in prossimità dei ricettori in quanto sia acusticamente più efficaci, sia più accettati dai ricettori stessi. La loro efficienza, tuttavia, è tanto maggiore quanto più la loro attuazione è prevista già nella progettazione dei macchinari e nella pianificazione dei processi.

La bonifica acustica di macchine, attrezzature, impianti, processi di lavorazione (cioè dei punti di generazione) assai spesso è il risultato dell'applicazione di procedure e criteri derivanti da esperienze parziali. Modifiche successive possono essere difficilmente realizzabili, anche perché potrebbero alterare la funzionalità della macchina e/o del processo ed essere costose ed acusticamente meno efficaci; inoltre è difficile trovare una strategia comune per impianti che, pur effettuando lo stesso tipo di produzione, hanno una distribuzione spaziale (lay-out) di processi e conseguenti sorgenti molto diverse tra loro.

È quindi necessario, talvolta, cercare di intervenire sulle vie di trasmissione e propagazione e sui ricettori del rumore, soprattutto nel caso di impianti esistenti.

A questo proposito sono riportati, nella tabella seguente, una serie di interventi, mutuati dal decreto del Ministero dell'Ambiente del 29-11-2000 ("Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore") che, se pur riguardanti il contenimento e l'abbattimento delle immissioni rumorose derivanti dai sistemi pubblici di trasporto e relative infrastrutture, possono fornire utili indicazioni anche in ambito industriale poiché si focalizzano sulla propagazione e la ricezione dell'immissione, prescindendo dalla sorgente sonora.

Tipo di intervento	**Campo di impiego**	**Efficacia**
Barriere antirumore formate da muro cellulare (alveolare) rinverdito in calcestruzzo o legno	Impiego tipico in presenza di ricettori di altezza media posti in prossimità dell'impianto	19 dB per i ricettori posti nella zona A dell'ombra; 10 dB per i ricettori posti nella zona B dell'ombra; 0 dB per i ricettori posti fuori dalla zona d'ombra;
Barriere vegetali anti-rumore	Impiego per situazioni non particolarmente critiche con ampie fasce di territorio non edificato tra i ricettori e la sede dell'impianto	1 dB ogni 3 m di spessore della fascia piantumata
Barriere di sicurezza tradizionali	Applicazioni congiunte di sicurezza ed acustiche	2 dB
Barriere di sicurezza di tipo ecotecnico	Applicazioni congiunte di sicurezza ed acustiche	3 dB
Rilevato antirumore	Richiede una fascia di territorio non edificato tra i ricettori e l'impianto, pari ad almeno 2,1 volte l'altezza del rilevato. Intervento integrabile con barriere vegetali	13 dB per i ricettori posti nella zona A dell'ombra; 6 dB per i ricettori posti nella zona B dell'ombra; 0 dB per i ricettori posti fuori dalla zona d'ombra;
Copertura a cielo aperto, con grigliato di pannelli acustici (baffles)	Aree densamente popolate; edifici alti rispetto all'impianto	10 dB per i ricettori posti al di sopra della copertura; 16 dB per i ricettori posti nella zona d'ombra al di sotto della copertura
Copertura totale	Aree molto popolate con edifici alti rispetto all'impianto e livello di rumore elevato	superiore a 25 dB
Nota: la zona d'ombra di una barriera acustica è la parte di territorio schermata dalla barriera e delimitata dal piano dell'infrastruttura e dal piano passante per la mezzeria della corsia o binario di corsa più lontani dalla barriera e per la sommità della barriera stessa. La zona d'ombra si divide in due parti: 1. zona A o di massima protezione, compresa fra il piano in cui si trova l'infrastruttura ed il piano ad essa parallelo passante per la sommità della barriera; 2. zona B compresa fra il piano parallelo all'infrastruttura e passante per la sommità della barriera ed il piano passante per la mezzeria della corsia o binario di corsa più lontani dalla barriera e per la sommità della barriera stessa. Il territorio posto al di fuori delle zone A e B non è protetto dalla barriera acustica.		

Per quanto riguarda la valutazione dell'indice di priorità degli interventi di risanamento, i criteri di progettazione degli interventi di risanamento e i metodi per individuare le percentuali di risanamento nel caso di sorgenti sonore che immettono rumore in un punto, si rimanda agli allegati 1, 3, 4 del DM Ambiente del 29/11/2000.

H. DEFINIZIONE (SULLA BASE DELL'APPROFONDIMENTO E DELL'ESTENSIONE DELLE ANALISI SVOLTE IN SEDE COMUNITARIA), DELLA LISTA DELLE MIGLIORI TECNICHE PER LA PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO DELLO SPECIFICO SETTORE IN ITALIA

L'elenco riportato in questa sezione descrive, in maniera sintetica, le Migliori Tecniche Disponibili (MTD), per la prevenzione e riduzione integrata degli impatti sull'ambiente nelle raffinerie di petrolio italiane; tale elenco è largamente sovrapponibile, in via generale, a quello del BRef. Sempre in analogia con il BRef stesso, le MTD vengono suddivise ed elencate in tecniche generali applicabili all'intero stabilimento di raffineria (nel suo complesso) ed in tecniche specifiche applicabili al singolo processo, attività, o unità produttiva.

In questa sede si ritiene appropriato ricordare che, nelle fasi di valutazione e selezione delle varie MTD disponibili da applicare, è molto importante tener conto delle necessità ambientali locali, dell'applicabilità alla specifica raffineria e della sua configurazione e strategia produttiva e dei costi/benefici ambientali integrati ottenibili.
Come ausilio ai gestori di stabilimento e per le autorità competenti al rilascio dell'autorizzazione ambientale integrata, vengono qui di seguito sintetizzate alcune indicazioni e considerazioni base (già riportate in altre parti di questo documento) che caratterizzano lo scenario italiano, sia da un punto di vista territoriale ed ambientale sia da quello tecnico ed economico delle raffinerie nazionali.

In particolare, la situazione nazionale italiana è caratterizzata dal punto di vista ambientale:

- dall'esigenza di corrispondere agli obiettivi di conformità alla Direttiva NEC 2001/81/CE circa i tetti massimi di emissioni nazionali ed Europei previsti entro l'anno 2010. L'Italia ha già ridotto in maniera molto significativa le proprie emissioni di SOx ed è già prossima al proprio tetto mentre per quelle di NOx e NMVOC il contributo del settore petrolifero appare marginale[1];
- dalla necessità di adottare i requisiti previsti dalla direttiva 2001/80/CE concernente le emissioni originate dai grandi impianti di combustione;
- dalla necessità di traguardare i miglioramenti di efficienza energetica evitando quindi, ove ambientalmente possibile, il ricorso a MTD che aumentino i consumi stessi;
- dalla necessità di prevenire la contaminazione dei suoli e delle acque e di minimizzare la produzione di rifiuti difficilmente smaltibili e richiedenti il trasporto e la localizzazione di nuove infrastrutture e siti di smaltimento, evitando quindi, ove ambientalmente possibile ed appropriato, il ricorso a MTD con significativi effetti collaterali di produzione addizionale di rifiuti ed acque reflue.

[1] MATT (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio). "Programma nazionale per la progressiva riduzione delle emissioni nazionali annue di biossido di zolfo, ossidi di azoto, composti organici volatili ed ammoniaca", giugno 2003

Dal punto di vista tecnico ed economico, il settore della raffinazione italiana (localizzata nell'area del Mediterraneo) presenta le seguenti caratteristiche:

- l'attuale dislocazione delle raffinerie nell'area mediterranea deriva dall'effettiva domanda di prodotti petroliferi che è molto diversa dalla domanda del Nord Europa (peraltro il 70% della domanda di mercato europeo di olio combustibile è localizzata nell'area del Mediterraneo);
- i grezzi lavorati in Italia provengono principalmente dal Medio Oriente, tipicamente più pesanti e ad alto tenore di zolfo di quelli del Nord Europa: essi corrispondono ad una scelta mirata a soddisfare sia la domanda di mercato sia la configurazione di raffineria; l'olio combustibile pesante prodotto in queste condizioni viene utilizzato internamente poiché il cambio di configurazione produttiva e le altre opzioni attualmente disponibili (conversione profonda, desolforazione, gassificazione) potrebbero essere non economicamente sostenibili;
- la prospettiva di costruzione di nuove raffinerie in Italia è decisamente ridotta: il miglioramento ambientale, previsto dalla Direttiva IPPC, verrà pertanto ottenuto attraverso l'applicazione delle MTD alle raffinerie esistenti le quali presentano fattori limitanti, quali limiti di spazio, di altezza e tecnici dovuti alla età ed alla configurazione impiantistica raggiunta a seguito della lunga e progressiva evoluzione storica costruttiva.

Occorre infine considerare che nelle raffinerie italiane, così come in numerose raffinerie europee, viene adottato per alcuni contaminanti caratteristici delle emissioni in atmosfera, il concetto di "bolla": la raffineria viene considerata nel suo insieme e vengono, quindi, sommate le emissioni ed i volumi dei flussi di tutte le sorgenti di emissione incluse nella definizione di bolla. Viene quindi calcolata la concentrazione media della raffineria, indipendentemente da ogni singola sorgente di emissione. Nelle raffinerie italiane il concetto di bolla, ed il conseguente monitoraggio, viene applicato, come previsto dal DM 12/07/90 emanato ai sensi del DPR 203 del 1988, alle emissioni di SO_X, NO_X, PM,CO e VOC, H_2S, NH_3 e composti a base di cloro.

In linea con le considerazioni suddette, ad integrazione della lista di tecniche MTD e per la loro applicazione allo scenario italiano, questo documento propone alcune valutazioni sulle prestazioni ambientali (in termini di emissioni di bolla di raffineria, per impianti esistenti e nuovi, ed in termini complessivi a valle dei trattamenti di depurazione) che oggi si ritengono perseguibili.

In particolare, con riguardo a questo ultimo punto, si ritiene necessario perseguire le migliori prestazioni ambientali ed i requisiti che saranno fissati nell'autorizzazione integrata ambientale ricorrendo prioritariamente all'adozione di tecniche di processo, che meglio corrispondono ai criteri di prevenzione, e solo secondariamente, per la quota parte ambientalmente necessaria e non conseguibile con tecniche primarie, ricorrere a sistemi di depurazione finale che, a fronte del beneficio ambientale connesso all'abbattimento degli inquinanti, potrebbero presentare numerose controindicazioni quali i maggiori consumi energetici (aumento CO_2), la produzione rifiuti (richiedenti trasporto e siti di smaltimento o incenerimento sul territorio), l'aumento delle acque reflue, gli spazi richiesti non sempre disponibili.

MTD generali applicabili all'intero stabilimento di raffineria (nel suo complesso)

Le MTD generali qui di seguito riportate si riferiscono agli aspetti ambientali, comuni ed integrati, relativi ai diversi processi produttivi delle raffinerie.

- Adozione di un efficace sistema di gestione ambientale
  Nelle raffinerie italiane si considera MTD l'adozione, volontaria, di Sistemi di Gestione rispondenti ai requisiti indicati nelle norme internazionali ISO14001 o EMAS, al sistema Responsible Care o ad altri sistemi equivalenti.
  Il sistema di gestione in questo documento è inteso come una MTD necessaria ma non sufficiente e, per essere efficace, deve essere totalmente integrato con tutte le altre tecniche operative e tecnologie MTD selezionate per la specifica raffineria.

- Miglioramento dell'efficienza energetica
  Il miglioramento dell'efficienza energetica nei vari processi riduce il consumo di combustibili con effetto diretto sulla riduzione di tutte le emissioni in atmosfera. Le MTD applicabili, da valutare, sono:
  - Adozione di un sistema di gestione dell'energia come parte integrante del più ampio sistema di gestione ambientale.
  - Gestione ottimale delle operazioni di combustione; ricorso a campagne analitiche e di controllo periodiche per il miglioramento della combustione: forni e caldaie possono raggiungere tipicamente un'efficienza termica del 85 % ed oltre, tramite un attento monitoraggio e controllo dell'eccesso d'aria e della temperatura dei fumi. Qualora fosse applicato il preriscaldamento dell'aria di combustione e/o la temperatura di uscita dei fumi fosse mantenuta ad un livello prossimo a quella del punto di inizio condensazione, l'efficienza termica potrebbe raggiungere livelli del 90-93%.
  - Ottimizzazione del recupero di calore dei flussi caldi di processo all'interno del singolo impianto e/o tramite integrazioni termiche tra diversi impianti/processi, attraverso per esempio l'applicazione di tecniche di process integration basate sull'utilizzo della pinch analysis o di altre metodologie di ottimizzazione di processo.
  - Valutazione delle possibilità dell'applicazione di efficienti tecniche di produzione di energia, come: l'utilizzo di turbine a gas con caldaie a recupero calore (*waste heat boilers*); preriscaldamento dell'aria di combustione; installazione di impianti a ciclo combinato di generazione/cogenerazione di potenza (CHP), IGCC; sostituzione delle caldaie e dei forni inefficienti con forni e caldaie efficientemente progettati. Per questi interventi si dovrebbero esaminare la fattibilità tecnica nell'ambito della configurazione operativa e produttiva della raffineria, le dimensioni delle nuove attrezzature e gli spazi necessari alla loro installazione, la durata restante dell'investimento, l'effettivo aumento di efficienza energetica e la corrispondente riduzione di emissioni ottenibile, in modo da valutare l'effettività dei costi ed i reali benefici ambientali ottenibili.
  - Ottimizzazione dell'efficienza di scambio termico, attraverso per esempio l'utilizzo di prodotti antisporcamento negli scambiatori di calore e nei forni e caldaie.
  - Riutilizzo dell'acqua di condensa.

- Gestione delle operazioni con utilizzo della torcia solo durante le operazioni di avviamento, fermata ed in situazioni di emergenza.

- Gestione globale della combustione e dei combustibili utilizzati per la riduzione delle emissioni convogliate in aria di SOx. NOx, PM, CO e VOC. Si noti che la gestione globale della combustione generalmente rappresenta una parte molto significativa ed importante della gestione della "bolla di raffineria" che include le emissioni convogliate di tutti gli impianti di raffineria. Le tecniche da considerare per la gestione globale della combustione sono le seguenti.

Tecniche di tipo primario:

- riduzione di Sox nella combustione, in forni, caldaie e turbine, tramite:
    - ottimizzazione della efficienza energetica, riducendo quindi i consumi di combustibili e le relative emissioni (vedi MTD su efficienza energetica);
    - massimizzazione dell'utilizzo di gas di raffineria desolforato e soddisfacendo il resto del fabbisogno energetico, ove tecnicamente ed economicamente possibile, con combustibili liquidi a basso tenore di zolfo;
    - ottimizzazione dell'efficienza delle operazioni di desolforazione negli impianti di lavaggio gas (amine scrubbing) e recupero zolfo (Claus e Tail Gas clean up).
- riduzione di NOx tramite:
    - gestione globale della combustione con ottimizzazione del rapporto aria/combustibile e della temperatura dei fumi;
    - utilizzo di bruciatori low NOx, ultra low NOx, ricircolazione fumi (FGR), reburning;
- riduzione di particolato (polveri) tramite:
    - gestione globale della combustione con ottimizzazione del rapporto aria/combustibile e della temperatura dei fumi;
    - utilizzo di combustibili a basso contenuto di ceneri;
- riduzione di metalli:
    - utilizzo delle tecniche per la riduzione del particolato;
    - monitoraggio dei metalli contenuti nei combustibili liquidi;
    - utilizzo di combustibili liquidi, ove tecnicamente ed economicamente possibile, a basso contenuto di metalli;
- riduzione di CO e VOC: gestione ottimale della combustione con ottimizzazione del rapporto aria/combustibile e della temperatura dei fumi.

Tecniche di tipo secondario (trattamento dei fumi):

- **Particolato**: cicloni multistadio, precipitatore elettrostatico (ESP), filtri, wet scrubbers; le MTD di riduzione del particolato hanno un impatto diretto anche sulla riduzione delle emissioni dei metalli;
- **SO_X**: FGD (lavaggio/ trattamento di desolforazione);
- **NO_X**: SCR, SNCR;
- Tecniche combinate di riduzione delle emissioni di SO_X e NO_X.

- Piani di monitoraggio

Adozione di un sistema di monitoraggio che consenta un adeguato controllo delle emissioni (fare riferimento alla sezione relativa al monitoraggio di questo documento).

- Gestione ottimale dell'acqua
  - Adozione di un sistema di gestione delle acque, come parte integrante del più ampio sistema di gestione ambientale.
  - Analisi integrata e studi sulle possibilità di ottimizzazione della rete acqua e delle diverse utenze, finalizzata alla riduzione dei consumi.
  - Minimizzazione del consumo di acqua fresca (fresh water) aumentando il ricircolo della stessa; applicazione di tecniche per il riutilizzo dell'acqua reflua trattata ove tecnicamente ed economicamente possibile.
  - Applicazioni di tecniche per ridurre la quantità di acqua reflua generata in ogni singolo processo, attività, o unità produttiva.
  - Applicazioni di procedure operative finalizzate alla riduzione della contaminazione dell'acqua reflua
  - Collettamento delle acque di dilavamento delle aree inquinate ed invio delle stesse all'impianto di trattamento.

- Gestione ottimale dei rifiuti e prevenzione della contaminazione dei suoli
  - Adozione, come parte integrante del più ampio sistema di gestione ambientale, di un sistema di gestione impostato sull'obiettivo di ridurre la generazione di rifiuti e di prevenire la contaminazione dei suoli.
  - Ottimizzazione del prelievo, cernita e raggruppamento dei rifiuti.
  - Procedure e tecniche per ridurre, durante il normale esercizio, la generazione di fondami di serbatoi di grezzo e di prodotti pesanti.
  - Procedure per ridurre la produzione di rifiuti durante le operazioni di manutenzione o fuori esercizio dei serbatoi di grezzo e di prodotti pesanti.
  - Tecniche per la riduzione dei volumi dei fanghi prodotti; le tecniche utilizzate sono il *dewatering/deoling* tramite centrifugazione, filtri a pressa, filtri a pressione, filtri rotanti sottovuoto, centrifughe a dischi; nelle raffinerie italiane tali operazioni vengono generalmente effettuate con attrezzature fisse o mobili fornite da ditte specializzate.
  - Sistemi di campionamento a circuito chiuso per evitare dispersioni del prodotto da campionare.
  - Sistemi e procedure di drenaggio, da apparecchiature, contenitori, serbatoi, dedicati per massimizzare la separazione di olio ed acqua, riducendo l'invio di olio nella rete fognaria.
  - Procedure e tecniche per identificare e controllare la causa di eventuale presenza anomala di olio nei sistemi di trattamento delle acque reflue.
  - Procedure per individuare tempestivamente eventuali perdite dalle tubazioni, serbatoi e fognature.
  - Corretta gestione dei catalizzatori, per assicurarne il ciclo ottimale di esercizio, prevenendo disattivazioni anticipate con conseguente produzione di rifiuti. Verifica della possibilità di riutilizzo del catalizzatore esausto.
  - Ottimizzazione dei processi di lavorazione negli impianti per ridurre la produzione di prodotti fuori norma e rifiuti da riciclare.

- Ottimizzazione e controllo dell'uso degli oli lubrificanti nelle macchine per ridurre le necessità e frequenza del ricambio con produzione di rifiuti.
- Esecuzione delle operazioni di pulizia, lavaggio ed assemblaggio attrezzature solo in aree costruite e dedicate allo scopo.
- Ottimizzazione dell'utilizzo della soda impiegata nei vari processi di trattamento dei prodotti (aumentandone il riciclo), per assicurarsi che sia completamente esausta (e non più adeguata alle esigenze di processo) prima di essere considerata un rifiuto.
- Trattamento di filtri ad argilla e sabbia e di catalizzatori con vapore rigenerazione prima dello smaltimento.
- Definizione ed utilizzo di procedure per ridurre l'ingresso di particelle solide nella rete fognaria:
  - periodica pulizia delle aree pavimentate;
  - pavimentazione delle aree critiche, con attuale o potenziale presenza di olio;
  - periodica pulizia dei pozzetti delle fognature;
  - riduzione dei solidi provenienti dalla pulizia e lavaggio degli scambiatori di calore, valutando l'utilizzo di prodotti antisporcamento nella acqua di raffreddamento.
- Segregazione, ove possibile, delle acque effluenti di processo dalle acque piovane.
- Esecuzione di un'analisi di rischio ambientale per identificare e prevenire i casi ove possono verificarsi eventi incidentali di sversamento prodotti; in funzione dei risultati dell'analisi di rischio, ed in maniera selettiva, preparazione di un programma temporale degli eventuali interventi e di azioni correttive, come ad esempio:
  - utilizzo di procedure per un accurato controllo del livello del prodotto, utilizzo di allarmi/detectors di perdite di idrocarburi, utilizzo di allarmi di alto livello, utilizzo di valvole motorizzate per automatica intercettazione dei flussi di ingresso nei serbatoi, etc.;
  - piani con procedure di pronto intervento ambientale, impermeabilizzazioni del bacino di contenimento del serbatoio, di barriere di argilla o di membrane plastiche nei confini delle unità o impianto, intercettazioni e canalizzazioni dei flussi, di pozzi di monitoraggio e/o pompe di prelievo olio/acqua.
- Minimizzazione delle tubazione interrate soprattutto per le nuove costruzioni: ciò potrebbe risultare raramente applicabile agli impianti esistenti.
- Installazione di doppia parete per serbatoi interrati.
- Procedure per l'ispezione meccanica, il monitoraggio delle corrosioni, la riparazione e sostituzione di linee deteriorate e di fondi di serbatoi. Installazione di protezioni catodiche.

- <u>Gestione ottimale delle emissioni fuggitive</u>
  - Metodi appropriati di stima delle emissioni.
  - Strumentazione appropriata per il monitoraggio delle emissioni.
  - Modifica o sostituzione di componenti impiantistici da cui si originano le perdite.
  - Implementazione di un adeguato programma di rilevamento e riparazione delle perdite.

- Applicazione di tecniche per il recupero dei vapori durante le operazioni di carico/scarico di prodotti leggeri; la scelta del tipo di tecnica è legata alla concentrazione di iniziale di VOC e alla portata del flusso da trattare.
- Valutare la fattibilità della distruzione dei vapori tramite ossidazione termica o catalitica.
- Bilanciamento dei vapori durante le operazioni di carico dei prodotti volatili.
- Caricamento di idrocarburi dal fondo dei serbatoi e autobotti.

MTD applicabili al singolo processo, attività, o unità produttiva

Impianto di desalting

- Utilizzo di desalter multistadio.
- Riutilizzo, nel desalter, di acqua reflua proveniente da altre unità di raffineria al posto di *fresh water*.
- Ricircolo, nei desalters a multistadio, di parte dell'acqua effluente dal secondo stadio nel primo, così da minimizzare il volume dell'acqua fresca di lavaggio.
- Utilizzo di agenti chimici disemulsionanti.
- Trasferimento delle acque reflue dal desalter in serbatoi di sedimentazione per migliorare la separazione olio-acqua.
- Adozione di adatta strumentazione per il controllo di livello di interfaccia tra olio ed acqua.
- Verifica ed ottimizzazione dell'efficacia del sistema di lavaggio dei fanghi. Il lavaggio dei fanghi è un'operazione discontinua (*batch)* di agitazione/mescolamento della fase acquosa nel desalter per mantenere in sospensione e rimuovere i solidi accumulati sul fondo del desalter stesso.
- Utilizzo di dispositivi che minimizzano la rottura delle emulsioni oleose durante la fase di miscelazione.
- Introduzione di acqua a bassa pressione per impedire condizioni di turbolenza.
- Utilizzo di sistemi di rimozione fanghi a rastrellamento, al posto di sistemi a getto d'acqua.
- Utilizzo di idrociclone desalificatore ed idrociclone deoleatore.
- Pretrattamento (strippaggio di idrocarburi, composti acidi ed ammoniaca) della brina proveniente dal desalter prima di inviarla all'impianto di depurazione.

Impianto di distillazione atmosferica

- Gestione ottimale della combustione (vedi sezione generale) ed utilizzo di combustibili a ridotto impatto ambientale.
- Miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).
- Strippaggio, per i nuovi impianti, delle frazioni laterali con utilizzo di strippers del tipo *reboiled* anziché ad iniezione di vapore. Una modifica degli impianti esistenti potrebbe risultare difficilmente applicabile.

Impianto di distillazione sotto vuoto

- Gestione ottimale della combustione (vedi sezione generale).
- Miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).
- Tecniche per la riduzione delle emissioni di SO_X dai gas (bruciati nel forno) provenienti dall'eiettore dell'impianto di distillazione sotto vuoto (VPS).

- Riduzione del grado di vuoto, ove compatibile con le necessità produttive del processo.
- Utilizzo di pompe da vuoto con condensatori a superficie in alternativa o in combinazione con eiettori a vapore.
- Utilizzo dei reflui acquosi della sezione di riflusso di testa, dopo trattamento nell'impianto SWS, come acqua di lavaggio nel processo di desalting.

Cracking termico e visbreaking

- Gestione ottimale della combustione (vedi sezione generale).
- Miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).
- Invio dei gas prodotti al trattamento/recupero dello zolfo.
- Controllo del contenuto di sodio nell'alimentazione anche mediante l'aggiunta di additivi che minimizzano la formazione di coke.

Impianto di coking

- Gestione ottimale della combustione (vedi sezione generale).
- Miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).
- Utilizzo di caldaia a recupero.
- Valutazione della tecnica flexicoking per aumentare la resa in gas combustibili.
- Utilizzo di cokers come sistema di distruzione di residui liquidi oleosi e fanghi di raffineria.
- Conversione del COS generato in H_2S.
- Invio dei gas prodotti al trattamento/recupero dello zolfo.
- Invio dei vapori alla colonna frazionatrice ed in seguito al circuito di raffreddamento del gasolio, allo scopo di condensare parzialmente i vapori idrocarburici e riciclarli nel processo. I vapori residui sono raffreddati e condensati nei condensatori di testa prima di essere inviati ad un drum di separazione.
- Riutilizzo dell'acqua di scarico dai condensatori e di quella di deflusso dal "green coke" umido per il raffreddamento del coke o per le operazioni di frantumazione del coke stesso.
- Invio dei vapori residui al sistema di torcia dopo la condensazione delle correnti idrocarburiche.
- Stoccaggio, frantumazione e trattamento del "green coke" con materiale umido allo scopo di evitare rilasci in atmosfera.

Impianto di reforming catalitico

- Gestione ottimale della combustione (vedi sezione generale).
- Miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).
- Invio dei gas provenienti dalla rigenerazione ad uno scrubber previo trattamento con *trappole* per il cloro (filtri a base di ossido di zinco, carbonato di sodio o idrossido di sodio su allumina in grado di trattenere il cloro) che sarebbero in grado di bloccare anche le diossine eventualmente presenti.
- Invio dell'acqua reflua al sistema di trattamento acque reflue.
- Ottimizzazione dei consumi dei promotori clorurati durante la fase di rigenerazione.
- Quantificazione delle emissioni di PCDD/PCDF provenienti dalla rigenerazione.

- Valutare la fattibilità e convenienza economica di utilizzare sistemi di abbattimento polveri nella fase di rigenerazione.

Impianto di recupero dello zolfo

- Assicurare un'efficienza di recupero del 99.5 ÷ 99.9 per gli impianti nuovi e superiore al 99% per gli impianti esistenti. Monitorare l'efficienza di recupero.
- Massimizzare il fattore di utilizzo dell'impianto al 95/96% incluso il periodo di fermata per manutenzione programmata.
- Recuperare nell'impianto anche il gas di testa contenente H_2S proveniente dall'unità di SWS. Verificare le condizioni di progettazione ed i parametri operativi per evitare che l'ammoniaca contenuta in detto gas sia completamente bruciata, per evitare sporcamenti e perdita di efficienza del catalizzatore.
- Controllare la temperatura del reattore termico di ossidazione dei gas acidi in ingresso, per distruggere correttamente l'ammoniaca.
- Mantenere un rapporto ottimale H_2S/SO_2 mediante un sistema di monitoraggio di processo.
- Assicurare la distruzione termica, con un'efficienza minima del 98%, delle tracce di H_2S non convertito.

Cracking catalitico a letto fluido (FCCU)

- Gestione ottimale della combustione (vedi sezione generale).
- Miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).
- Invio dei gas prodotti al trattamento/recupero dello zolfo.
- Inserimento di una caldaia o di un forno per CO per le condizioni FCCU di combustione parziale.
- Monitoraggio dell'ossigeno (tipicamente al 2%) per gli impianti FCCU a rigenerazione full burn, per ridurre le emissioni di CO.
- Miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).
  - Valutare la fattibilità e la convenienza economica dell'applicazione del recupero di energia, attraverso l'invio del gas proveniente dal rigeneratore in una turbina (expander) prima del suo ingresso nel CO boiler.
  - Valutare la fattibilità e la convenienza economica dell'inserimento di una caldaia per recuperare parte dell'energia contenuta nel gas effluente dal rigeneratore.
- Riduzione delle emissioni di NO_X attraverso un'opportuna combinazione delle seguenti tecniche:
  - Modifica della geometria e delle operazioni del rigeneratore, soprattutto per evitare alti picchi di temperatura; questa tecnica può produrre un aumento delle emissioni di CO; non è ambientalmente giustificata qualora fossero necessarie delle modifiche maggiori.
  - SNCR su gas di scarico.
  - SCR su gas di scarico.
- Riduzione delle emissioni di particolato attraverso la combinazione di:
  - Cicloni terziari e multistadio.
  - Applicazione di un ESP o uno scrubber al gas dal rigeneratore (dopo il CO boiler).
  - Contenimento delle perdite dal catalizzatore durante le fasi di carico/scarico

- Selezione di catalizzatori resistenti all'attrito per abbassare la frequenza di sostituzione e ridurre le emissioni.

- Riduzione delle emissioni di SO_2 attraverso la combinazione di:
  - Utilizzo di De SO_X catalitico.
  - Utilizzo di un FGD sul gas dal rigeneratore, soprattutto se non è applicabile l'idrotrattamento; questa tecnica potrebbe risultare ambientalmente ed economicamente non giustificata e presentare significativi effetti collaterali come consumi di energia (produzione di CO_2), produzione di rifiuti e di acqua reflua.
  - Idrotrattamento della carica FCCU: serve per ridurre contemporaneamente NO_X, SO_X, particolato e gli scarichi di acqua reflua. E' necessario valutarne la possibilità/fattibilità e convenienza economica. In considerazione degli elevatissimi costi questa tecnica è molto raramente giustificata per motivi ambientali e viene applicata ,quasi esclusivamente,nei casi in cui vi sia necessità di miglioramento della qualità dei prodotti per motivi commerciali.

- Minimizzazione dell'uso di acqua aumentando il ricircolo della stessa; in particolare, riutilizzo dell'acqua nei desalter o invio all'impianto di trattamento alla fine del processo.

- Riduzione della generazione di rifiuti solidi, attraverso:
  - Riduzione delle perdite incontrollate durante la gestione del catalizzatore esausto.
  - Selezione di catalizzatori resistenti all'attrito per ridurre la frequenza di sostituzione e le emissioni di particolato; questo accorgimento potrebbe influenzare negativamente la performance dell'unità di cracking.

Impianto di isomerizzazione

- Gestione ottimale della combustione (vedi sezione generale).
- Miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).
- Ottimizzazione del consumo di composti organici clorurati utilizzati per il mantenimento dell'attività catalizzatore nel processo con catalizzatore ad allumina clorurata.

Impianto di alchilazione

- Se sono presenti forni di preriscaldo: gestione ottimale della combustione e miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).

Alchilazione ad acido fluoridrico

- Alimentare l'acido fresco per mezzo di un circuito chiuso con azoto in pressione o altre tecniche equivalenti. Le valvole di sicurezza dal serbatoio dell'acido devono essere scaricate al sistema di neutralizzazione.
- Eliminare le tracce di acido dalle correnti di gas incondensabili con un sistema di trattamento per la neutralizzazione dell'acido.
- Introduzione di alti standard di controllo/procedure sul sistema di trattamento con l'obiettivo di prevenire rischi di contaminazione con acido negli effluenti di raffineria.

- Accumulo in appositi bacini di stoccaggio dei fanghi di potassio, alluminio e fluoruri di sodio prodotti durante le operazioni di trattamento per la rimozione dell'acido.
- Controllo dell'odore dai sistemi di drenaggio e/o bacini.

Alchilazione ad acido solforico
- Minimizzazione e rigenerazione dell'acido esausto.
- Neutralizzazione delle acque reflue generate.

Impianto di eterificazione
- Applicare l'integrazione termica tra il processo in esame e le altre unità di processo.
- Valutare l'opportunità di utilizzare un processo di distillazione catalitica per aumentare la conversione delle isolefine.
- Evitare problematiche operative con emissioni di acque reflue che possono comportare potenziali fuori norma del sistema di trattamento biologico delle acque di raffineria.
- Prevenire le perdite di eteri ed alcoli.

Impianto di polimerizzazione
- Trattamento del catalizzatore esausto per separare l'acido fosforico dal supporto di silice: il catalizzatore esausto è potenzialmente piroforico, richiedendo pertanto trattamenti particolari; una sua rimozione per mezzo di vapore/acqua previene tuttavia ogni rischio legato al fuoco.
- Valutare la possibilità di riutilizzo dell'acido fosforico (catalizzatore esausto) all'interno della raffineria come nutriente per il trattamento biologico delle acque reflue.
- Gestione appropriata del supporto di silice del catalizzatore esausto, per esempio suo riutilizzo nei cementifici.

Impianti di produzione di idrogeno
- Gestione ottimale della combustione (vedi sezione generale).
- Miglioramento dell'efficienza energetica (vedi sezione generale).

Steam reforming
- Utilizzare la tecnica di purificazione dell'idrogeno *pressure-swing adsorption* (PSA) (ad elevato consumo energetico) solo quando è necessario un alto grado di purificazione dell'idrogeno (99-99,9%).
- Nel caso di impiego di PSA, utilizzare il gas di spurgo del PSA come combustibile nel forno del reforming in sostituzione di combustibili con un più elevato rapporto C/H.

Ossidazione parziale
- Lavaggio con acqua (qualche volta con olio) del gas prodotto per rimuovere il particolato.
- Reattore per idrolisi di COS o cianuri.
- Invio dei gas prodotti al trattamento/recupero dello zolfo.
- Recupero del materiale carbonioso rimosso dal gas e riciclo dello stesso alla sezione di gassificazione.

- Valutare la possibilità di pre-trattamento dell'acqua per rimuovere i solidi (carbone, metalli, sali) attraverso filtrazione prima del trattamento finale nell'impianto biologico.

Purificazione dell'idrogeno

- Le MTD applicabili sono quelle indicate nella sezione relativa agli impianti di produzione idrogeno.

Produzione di oli base per lubrificanti

- Sistemi di evaporazione a triplo effetto nelle sezioni di recupero del solvente delle unità di deasfaltazione e di deparaffinazione.
- Utilizzare N-Metil Pirrolidone (NMP) al posto di fenolo come solvente nell'estrazione degli aromatici, se tecnicamente e ambientalmente conveniente.
- Idrotrattamento per pulire gli oli base e raffinare la paraffina, se richiesto; qualora la qualità del prodotto debba essere migliorata introdurre il trattamento con argilla.
- Applicazione di un comune sistema di scambio termico ad olio caldo (hot oil system) per sistemi di recupero del solvente al fine di ridurre il consumo di combustibile nei forni di processo e le relative emissioni.
- Applicare tecniche di prevenzione per le emissioni di VOC dai sistemi contenenti solventi (ad esempio lo stoccaggio).
- Applicare le MTD per il recupero dello zolfo dagli impianti con idrotrattamento, se non sono presenti sistemi di recupero dello zolfo (per esempio nelle raffinerie con solo impianti lubrificanti).
- Valutare la possibilità e la necessità di strippaggio delle acque reflue derivanti dall'estrazione degli aromatici prima dell'invio all'impianto di trattamento delle acque reflue.
- Valutare l'effetto dei solventi nella progettazione e nel funzionamento degli impianti di trattamento delle acque effluenti.
- Applicare misure e procedure preventive per evitare perdite dalle attrezzature e dagli stoccaggi contenenti solventi.

Stoccaggio e movimentazione prodotti

<u>Prevenzione e controllo delle emissioni fuggitive di VOC</u>

- Vedi MTD nella sezione generale
- Gestione operativa corretta dello stoccaggio, della movimentazione dei prodotti e di altri materiali utilizzati in raffineria per ridurre la possibilità di sversamenti, rifiuti, emissioni in aria e in acqua.
- Utilizzo di serbatoi a tetto galleggiante per lo stoccaggio di prodotti e materiali volatili
- Utilizzo di verniciatura a tinta chiara delle pareti dei serbatoi
- Preferire l'utilizzo di pochi serbatoi di dimensioni elevate in alternativa a tanti di dimensioni più ridotte (tecnica applicabile per le nuove raffinerie/unità)

<u>Serbatoi a tetto fisso</u>

- Installazione di un tetto interno galleggiante qualora si decida di utilizzarli per lo stoccaggio di prodotti volatili
- Polmonazione con gas inerte (in alternativa alla precedente).

<u>Serbatoi a tetto galleggiante EFRT:</u>

- Installazione di guarnizioni doppie/secondarie sul tetto galleggiante.
- Installazione di manicotti di guarnizione attorno ai punti di campionamento del prodotto in connessione con l'atmosfera.
- Installazione di sistemi di chiusura (*wipers*) dei fori dei tubi sonda di misurazione di livello dei prodotti volatili.
- Evitare l'appoggio del tetto galleggiante sul fondo del serbatoio, per evitare la formazione di vapori/emissioni oltre che a problemi di sicurezza.

Prevenzione e protezione della contaminazione del suolo e delle acque derivante da perdite nei serbatoi

- Vedi MTD nella sezione generale.
- Prevenzione delle perdite attraverso opportune procedure di ispezione dei serbatoi per verificarne l'integrità (vedi punto precedente).
- Valutazione della possibilità di adottare sistemi di protezione catodica.
- Valutare l'opportunità e fattibilità economica di impermeabilizzare il bacino di contenimento dei serbatoi o di installare doppi fondi.

Torce

- Utilizzo solo come dispositivo di sicurezza (avviamento, fermata ed emergenza impianti).
- Assicurare l'operatività della torcia senza formazione di pennacchio, indice di elevato contenuto di particolato, mediante l'immissione di vapore.
- Minimizzare la quantità di gas da bruciare attraverso un'appropriata combinazione delle seguenti tecniche:
  - bilanciamento del sistema gas di raffineria (produzione-consumo)
  - utilizzo, nelle unità di processo di raffineria, di valvole di sicurezza ad alta integrità (senza trafilamenti di gas)
  - applicazione di procedure e buone pratiche di controllo delle unità di processo tali da evitare invio di gas alla torcia
  - installazione, quando economicamente compatibile di un sistema di recupero gas diretto in torcia
- Valutare l'opportunità di installare un sistema di misurazione della portata del gas inviato in torcia.

Impianto di trattamento delle acque reflue

- Invio delle acque acide all'impianto SWS.
- Riutilizzo dell'acqua acida proveniente dal SWS come acqua di lavaggio del desalter (o come acqua di lavaggio in testa alla colonna principale FCC).
- Pre-trattamento dell'acqua reflua di processo derivante dall'unità di polimerizzazione a causa dell'alto contenuto di fosfati.
- Stoccaggio in serbatoi a tetto galleggiante delle acque di zavorra, che possono contenere prodotti volatili e quindi generare emissioni significative di VOC e problemi di sicurezza.
- Monitoraggio della temperatura dell'acqua da trattare al fine di ridurre la volatilizzazione e per assicurare la corretta performance del trattamento biologico.
- Invio dell'acqua piovana inquinata, proveniente da aree di impianti, all'impianto di trattamento.

- Controllo e minimizzazione delle sostanze tensioattive utilizzate nei vari processi nelle acque reflue che causano l'aumento della quantità di emulsioni e di fanghi generati.
- Installazione di un sistema di lavaggio ad alta pressione per ridurre l'utilizzo di sgrassatori a base di solventi clorurati.
- Utilizzo di sgrassatori non pericolosi e biodegradabili.
- Trattamento primario (disoleazione API, PPI, CPI).
- Trattamento secondario (flottazione).
- Trattamento terziario o biologico.
- Utilizzo di bacini/serbatoi di equalizzazione per lo stoccaggio delle acque reflue di raffineria, o di alcuni effluenti critici di processo, da trattare.
- Valutazione della fattibilità di installare coperture nei separatori olio/acqua e nel le unità di flottazione per ridurre le emissioni di VOC.

Sistemi di raffreddamento

- Applicare le MTD indicate nello specifico BRef sui sistemi di raffreddamento.
- Ottimizzazione del recupero di calore tra flussi all'intero di un singolo impianto o tra varie unità di processo.
- Mantenere separate le acque di raffreddamento da quelle di processo ed eventuale riutilizzo di queste ultime per il raffreddamento solo dopo trattamento primario.
- Valutare la possibilità di utilizzare l'aria, in alternativa all'acqua, come fluido refrigerante.
- Adottare un sistema di monitoraggio appropriato per prevenire le perdite di idrocarburi in acqua.
- Valutare l'opportunità, fattibilità e convenienza economica di riutilizzo del calore ad un livello basso.

Valutazioni e prestazioni delle principali MTD

Nelle tabelle che seguono sono riportate informazioni relative a efficienze, effetti cross-media, costi indicativi ed applicabilità, insieme a valutazioni specifiche, sulle principali MTD relative alle singole specifiche tecniche ed alle loro combinazioni finalizzate alla riduzione di uno specifico inquinante.

È necessario osservare che il BRef, spesso ma non sempre, adotta la logica "... è migliore tecnica disponibile la soluzione che, attraverso un'opportuna combinazione di ... (*un elenco di tecniche*) ..., consente di ottenere determinate prestazioni ...".
In questa linea guida si è inteso adottare la medesima logica. Pertanto il gestore, al fine di determinare la soluzione ottimale da presentare all'Autorità Competente, dovrà valutare, per ogni specifico inquinante o per la specifica componente ambientale d'interesse, sia le prestazioni ottenibili dalle singole specifiche MTD (individuate nelle tabelle seguenti) sia le prestazioni ottenibili dalle loro possibili combinazioni (anch'esse individuate nelle tabelle seguenti), alla luce delle prestazioni complessivamente attese.
Sarà innanzi tutto compito del gestore individuare, a seguito della applicazione dei principi generali IPPC, in considerazione della fattibilità, degli effetti " cross media " e

della valutazione di applicabilità (vedi capitolo K di questa Linea guida) l'appropriata soluzione che consente di ottenere le prestazioni attese.
Sarà invece compito dell'autorità verificare ed approvare (o contestare) le assunzioni del gestore in termini di prestazioni conseguibili, unica e sola finalità dei principi generali dell'IPPC.

Per quanto riguarda i costi, in particolare, i dati sono stati ripresi dal BRef (ove disponibili) e riportati solo per alcune tecniche; essi inoltre sono riferiti a valutazioni di massima, basate su dati antecedenti al 1998. Tali informazioni sono quindi riportate solo come elemento generale di giudizio e non come base per valutazioni specifiche di investimenti.
È opportuno rammentare che le informazioni che saranno riportate nelle tabelle seguenti non sono limiti di emissione ma indicazioni delle prestazioni conseguibili. Nello stabilire i limiti di emissioni applicabili sarà necessario avere ben chari anche i riferimenti normativi già applicabili ed in fase di recepimento (quale ad esempio la direttiva grandi impianti di combustione).

MTD per la riduzione delle emissioni in aria

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
NO_X, PM, CO, VOC, SO_X (forni, caldaie, turbine)	Gestione globale della combustione con ottimizzazione del rapporto aria/combustibile e della temperatura dei fumi. Riduzione dei consumi di combustibile tramite miglioramento dell'efficienza energetica e che hanno effetti anche sugli SO_X. (Vedere specifico elenco MTD applicabili a gestione globale combustione e miglioramento efficienza energetica)	Forni e caldaie possono raggiungere una efficienza termica del 85% ed oltre tramite monitoraggio e controllo di eccesso d'aria e temperatura fumi. Con preriscaldamento aria e/o temperatura fumi prossima a inizio condensazione l'efficienza termica potrebbe raggiungere 90-93%.	Emissioni di CO, PM (e quindi metalli), NOx da forni e caldaie con progettazione e bruciatori ottimali (mg/Nm^3 al 3% di O_2): **CO, Forni e caldaie**: ▪ 5-80 (Gas) ▪ 20-100 (Fuel liquido) **PM, Forni e caldaie**: ▪ <5 (Gas) ▪ 20-250 (Fuel liquido) **NOx, Forni**: ▪ 70-150 (Gas) ▪ 280-450 (Fuel liquido 0,3% N) ▪ 280-450 (Fuel liquido 0,8% N) **NOx, Caldaie**: ▪ 100-300 (Gas) ▪ 300-450 (Fuel liquido 0,3% N) ▪ 350-600 (Fuel liquido 0,8% N) Nota: per il gas i valori più bassi si riferiscono a gas naturale; per i combustibili liquidi i valori si riferiscono a combustibili pesanti.	L'aumento efficienza energetica riduce emissioni di CO_2. L'ottimizzazione della temperatura dei fumi ed eccesso ossigeno può comportare effetti contrastanti tra le emissioni CO, PM, VOC e quelle NOx. È necessario determinare l'esercizio ottimale in ogni singolo forno e caldaia.	Totalmente applicabile e di intervento prioritario. Le emissioni ottimali di CO, PM e NOx, per impianti e bruciatori esistenti sono variabili caso per caso in funzione delle caratteristiche meccaniche ed operative degli impianti di combustione e relativi bruciatori. Le emissioni di metalli da combustibile liquido dipendono dal contenuto di metalli nel combustibile stesso e sono strettamente legate al tipo di grezzo e ai tipi di processo utilizzati per la preparazione del combustibile. La produzione e l'utilizzo di combustibili liquidi a basso contenuto di metalli richiedono un'attenta valutazione costi/benefici.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
NO_X	Dry low NOx combustors, Low NOx Combustors (riduzione per turbine)	90% in turbine a gas naturale	Emissioni turbine con dry low NO_X combustors (mg/Nm^3 al 15 % di O_2): ▪ 50 (tipicamente gas naturale) – 100 (tipicamente gas di raffineria)	Dry combustors non disponibili per turbine gas raffineria con 5-10%v/v di H_2. La riduzione degli NO_X comporta un effetto opposto sulle emissioni di PM e CO.	Investimento: ▪ 2.2 M€ per turbina da 85 MWe Investimento per la sostituzione di bruciatori convenzionali con Low NO_X burners: ▪ 0,3-0,9 M€ per bruciatore low NO_X.
	Low NO_X burners (riduzione picchi di temperatura in forni e caldaie)	40-60% Fuel gas 30-50% Fuel liquidi	Emissioni di NO_X in convezione naturale e forzata con Low NO_X burners (mg/Nm^3 al 3 % di O_2): ▪ 30- 150 (fuel gas) ▪ 100-250 (fuel liquido leggero, 0.3% N) ▪ 150-400 (fuel liquido pesante, 0.8% N)	Possibile instabilità della combustione a basso turndown e basso eccesso d'aria. Il retrofitting su forni e caldaie esistenti può essere difficile o impossibile per aumento volume fiamma o per mancanza di altezza sotto il piano combustione.	Generalmente applicabili, ma da valutarne la fattibilità caso per caso. Il retrofitting potrebbe richiede grosse modifiche alla base e ai sistemi di controllo del forno e ciò può aumentare notevolmente l'investimento.
	Ultra Low NO_X burners (riduzione per forni e caldaie a gas, aggiungono rispetto a Low NO_X una ricircolazione interna fumi – appaiono non disponibili per combustione a fuel liquido)	60-75% Fuel gas	Le emissioni ottenibili sono molto dipendenti dai parametri operativi e di processo ed aumentano con il contenuto di composti azotati presenti nei combustibili liquidi di raffineria.	Il retrofitting in forni e caldaie vecchie ha una efficienza minore per evitare *impingement* sui tubi.	

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
NOx	Ricircolazione fumi (FGR) (forni e caldaie). Aumenta l'effetto diluente riducendo la temperatura di combustione e quindi la formazione di NO_X.	–	Tipicamente il 20% dei fumi viene convogliato dal camino e ricircolato con aria fresca	Il processo è difficile da controllare, in particolare a basso turndown	Richiede spazio. L'applicazione in caldaie esistenti aumenta i carichi idraulici, spostando il carico termico nella sezione convettiva e può risultare non fattibile. Considerazioni di sicurezza (possibilità di esplosioni dovute a rotture di tubi) possono rendere questa MTD non applicabile a forni di processo. Costa di più delle altre tecniche primarie (bruciatori low/ultra low NOx)

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
NO_X	**SNCR** **(deNO_X termico)** (Riduzione Selettiva Non Catalitica che utilizza ammoniaca o urea per ridurre NO_X ad Azoto ed acqua)	40-70/80%	Dati non disponibili per turbine Per forni e caldaie: Emissioni di NOx (mg/Nm^3 al 3 % di O_2): ▪ 150-200 (Fuel Gas) ▪ 150-300 (Fuel oil leggero – 0.3% N) ▪ 200-400 (Fuel oil pesante – 0.8% N) (le emissioni aumentano con il contenuto di composti azotati nei combustibili liquidi) *Impianti FCC – esperienze su 2 impianti* Capacità dell'impianto FCC (Mt/a) | 1.5 Efficienza | 60% Emissioni di NOx in/out (mg/Nm^3 al 3 % di O_2) | 800/ >320 Costi di investimento (M€) | 5.4 Capacità dell'impianto FCC (Mt/a) | 1.5 Efficienza | 60-80% Emissioni di NOx in/out (mg/Nm^3 al 3% di O_2) | 200/ >40-80 Costi di investimento (M€) esclusi costi per caldaia CO | 0.35-1.5	Lo SNCR richiede temperature al di sopra di 650 °C, spesso di 800-900°C; ciò lo rende poco applicabile in forni e caldaie esistenti. Richiede stoccaggio e movimentazione di ammoniaca o urea con rischi di emissioni. Lo stoccaggio richiede spazio. Le emissioni di N_2O possono aumentare. Nei casi di forni e caldaie una preoccupante reazione collaterale può essere la formazione di solfato di ammonio qualora il combustibile bruciato sia un fuel liquido pesante (presenza zolfo). I solfati e le polveri provocano corrosione e sporcamento delle tubazioni e di attrezzature a valle. L'uso dell'urea e di NH_3 provoca elevate emissioni di CO e N_2O e può causare corrosioni ad alta temperatura.	Può essere considerato per applicazioni in raffineria. Retrofitting di caldaia che utilizza fuel oil residuo (100GJ/h), con 100ppm di NO_X in uscita (1998): investimento pari a 0,4-0,9 M€ per caldaia/forno. L'applicazione in forni ad olio combustibile pesante risulta essere molto limitata. Studio US riporta che SNCR è meno utilizzato che SCR.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
NO_X	**SCR (deNO_X catalitico)** (Riduzione Selettiva Catalitica) Come per SNCR viene utilizzata ammoniaca per ridurre i NO_X ad azoto e vapor d'acqua. Il vapore di ammoniaca è miscelato con i fumi e la miscela viene inviata in un catalizzatore per la reazione. Questa tecnica può essere applicata a fumi con alto contenuto di polveri (i.e. FCCU, combustione carbone) purché combinata con riduzione del particolato a monte.	90% per turbine a gas 90-94% per forni e caldaie a fuel gas 75% per fuel oil pesante 85-90% per FCC	Per turbine a gas: Emissioni di NOx (mg/Nm^3 al 15 % di O_2): ▪ 50 Per forni e caldaie: Emissioni di NOx (mg/Nm^3 al 3 % di O_2): ▪ 30 (fuel gas) ▪ 130 (fuel oil pesante) (le emissioni aumentano con il contenuto di azoto nei combustibili liquidi) *Impianti FCC* Capacità dell'impianto FCC (Mt/a): 1.65 Efficienza: 90% Emissioni di NOx out (mg/Nm^3 al 3 % di O_2): 40 Costi di investimento (M€): 3.8 Capacità dell'impianto FCC (Mt/a): 1.5 Efficienza: 85% Emissioni di NOx out (mg/Nm^3 al 3 % di O_2): 120 Costi di investimento, inclusi costi operativi e di manutenzione (M€): 6.3-13 Capacità dell'impianto FCC (Mt/a): 1.5 Efficienza: 85% Emissioni di NOx out (mg/Nm^3 al 3 % di O_2): 37.5 Costi di investimento (M€): 1.2-3.6	Richiede temperature dei fumi in ingresso tra 250-450°C. Stessi effetti correlati del SNCR. La presenza di particolato e la formazione di solfato nei fumi da fuel oil possono causare la disattivazione del catalizzatore. Emissioni di ammoniaca in condizioni non stechiometriche ed in funzione dell'età del catalizzatore. Formazione di pennacchi dovuti ad ossidazione di SO_2 a SO_3.	Investimento dipende dal tipo di combustibile,i fumi prodotti ed il grado di riduzione NO_X richiesto. Per turbine a gas: Investimento: 4,9-5,4 M€ Costo operativo: 1,3M€/anno Per forni e caldaie: Investimento (1998): 2,8-3,4 M€ Costo operativo: 0,1-0,2 M€/anno Applicata in una caldaia di raffineria in Svezia. Risulta applicata a FCCU, caldaie e forni ma l'applicazione forni ad olio combustibile pesante risulta essere rara. L'applicazione ai forni esistenti può risultare molto limitata per problemi di spazio e temperatura.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
NO_X	Ossidazione NO_X a bassa temperatura Iniezione di ozono per ossidare NO e NO_2 in N_2O_5 a temp.<200°C. La N_2O_5 viene rimossa tramite lavaggio con wet scrubber formando un refluo con acido nitrico diluito.	90-95%	Emissioni NO_X: 10 mg/Nm^3	Richiede la presenza di un impianto di produzione di ozono, a partire da ossigeno liquido stoccato, che può essere causa di rilascio di ozono; utilizzo di energia per la produzione di ozono. Possibile produzione di acque reflue inquinate da nitrati.	Tecnica attualmente in uso negli USA. I costi di investimento ed operativi sono generalmente simili o inferiori a quelli del SCR.
	Reburning Tecnica basata sulla creazione, nel forno, di una zona detta di reburning (generalmente posta sopra la zona di combustione principale) ove viene iniettato parte del combustibile, che abbassando la concentrazione di O_2 determina sia una riduzione della possibilità di formazione degli stessi ex-novo sia un abbattimento di NOx (riduzione ad N_2) già formati nella zona di combustione principale.	—	Emissioni NO_X <200 mg/Nm^3 (*Letteratura di riferimento: Foster Wheeler Energy ,1999*)	Non disponibili.	Si applica a livello bruciatore.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
NO_X	Iniezione Diluenti Inerti Diluenti, come fumi, vapore, acqua ed azoto, vengono aggiunti alla combustione per ridurne la temperatura e quindi la formazione di NOx. Questa tecnica (frequentemente solo iniezione di vapore) viene utilizzata per la riduzione di NOx da turbine a gas, mentre per forni e caldaie viene utilizzata per la riduzione del particolato.	Turbine a gas: 80-90% Dati non disponibili per forni e caldaie	Turbine a gas Emissioni di NOx (mg/Nm^3 al 15% di O_2): ▪ 50-80 Dati non disponibili per forni e caldaie	Richiede notevoli consumi di energia per produrre vapore, produce emissioni di CO ed idrocarburi. L'utilizzo di vapore genera elevate corrosioni nel sistema, più di quelle con azoto. I costi di manutenzione per il ripalettamento della turbina a gas possono essere notevoli.	L'iniezione di acqua e vapore viene applicata nelle turbine a gas nuove e come retrofit delle esistenti; l'iniezione di azoto viene applicata solo quando l'azoto è disponibile in raffineria. L'investimento per produrre acqua e vapore è spesso inferiore a quello del SCR, rendendo questa MTD una buona scelta iniziale, con eventuale aggiunta di SCR qualora richieste riduzioni NOx particolarmente elevate. Costi per una turbina da 85MW: -Investimento: 3.4 M€ - Costi oper : 0,8 M€/anno - Efficacia : 1500 € per tonnellata NO_X rimosso

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
NOx	<u>Combinazioni di MTD al sistema di combustione ed energetico.</u> Appropriata combinazione delle seguenti MTD specifiche: <u>Forni e caldaie:</u> ❐ Progettazione e bruciatori ottimali ❐ Low Nox burners ❐ Ricircolazione fumi in caldaia (FGR) ❐ Reburnig ❐ SCR o SNCR <u>Turbine a gas:</u> ❐ Dry Low NOx combustors ❐ Iniezione diluenti ❐ SCR Nota: lo slip di ammoniaca considerata associata al SCR è 2-5 mg/Nm^3. Il valore più basso è raggiungibile con nuovi catalizzatori; lo slip tipicamente aumenta con l'aumentare della vita del catalizzatore. Vedere le tabelle relative alle valutazioni e prestazioni delle specifiche MTD		<u>Forni e caldaie</u> Emissioni NO_X (mg/Nm^{3}al 3% di O_2): ▪ 20-150 (gas; il valore più basso solo a gas naturale) ▪ 55-300/400 (fuel liquido; il valore più basso solo in caldaia e con combinazioni che includono SCR, i valori più alti solo in forni con combinazioni di tecniche primarie. Le emissioni ottenibili sono molto dipendenti dai parametri operativi e di processo ed aumentano con il contenuto di composti azotati presenti nei combustibili di raffineria) <u>Turbine a gas</u> Emissioni NO_X (mg/Nm^3 al 15% di O): ▪ 20-75 (il valore più basso solo a gas naturale)	Effetti correlati combinati e addizionali in relazione alla combinazione degli effetti correlati delle singole MTD applicate.	Il retroffitting in impianti esistenti potrebbe risultare non fattibile o non giustificabile,per limitazioni di spazio,processo e parametri operativi e costi. Vedere le specifiche limitazioni di applicabilità delle singole MTD Per la valutazione dei costi delle combinazioni di MTD fare riferimento agli esempi di valutazione economica tratti dal BRef e riportati in appendice

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
NOx	Combinazioni di MTD a impianto FCC Appropriata combinazione, delle seguenti MTD specifiche: ❒ Modifica geometria e operazioni rigeneratore ❒ SCR o SNCR ❒ Idrotrattamento carica impianto Nota: lo slip di ammoniaca considerata associata al SCR è 2-5 mg/Nm^3. Il valore più basso è raggiungibile con nuovi catalizzatori; lo slip tipicamente aumenta con l'aumentare della vita del catalizzatore. Vedere le tabelle relative alle valutazioni e prestazioni delle specifiche MTD	—	Emissioni NO_X (mg/Nm^3 al 3% di O_2): ▪ 40-150 (il valore più basso è ottenibile solo con SCR e contemporanea carica FCCU con basso contenuto di composti azotati) In considerazione degli elevatissimi costi la tecnica di idrotrattamento carica impianto (vedi anche tabella valutazioni MTD per SO_X da FCCU) è molto raramente giustificata e viene applicata, quasi esclusivamente, nei casi in cui vi sia necessità di miglioramento della qualità dei prodotti da FCCU per ragioni commerciali.	Effetti correlati combinati e addizionali in relazione alla combinazione degli effetti correlati delle singole MTD applicate.	Il retroffitting in impianti esistenti potrebbe risultare non fattibile o non giustificabile,per limitazioni di spazio, processo e parametri operativi e costi. Vedere le specifiche limitazioni di applicabilità delle singole MTD. La modifica del rigeneratore non è giustificata qualora fossero necessarie modifiche maggiori. Per la valutazione dei costi delle combinazioni di MTD fare riferimento agli esempi di valutazione economica tratti dal BRef e riportati in appendice

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
SOx	Combinazioni di MTD negli impianti di combustione (forni e caldaie) Appropriata combinazione delle seguenti MTD specifiche per ottimizzazione globale della combustione: ❒ Massimizzare l'utilizzo di gas desolforato e soddisfare il resto del fabbisogno energetico con combustibili liquidi a basso zolfo. ❒ Ottimizzazione efficienza impianti lavaggio gas ad ammine e impianti Claus di recupero zolfo. ❒ Ottimizzazione efficienza energetica per ridurre i consumi. ❒ Utilizzo di FGD Nota: l'utilizzo di FGD si è riscontrato prevalentemente in grandi impianti di combustione, per la produzione di energia elettrica, alimentati con combustibili pesanti ad alto contenuto di zolfo. Vedere le tabelle relative alle valutazioni e prestazioni delle specifiche MTD	90-98 %	Forni e caldaie Non vengono riportate prestazioni conseguibili in termini di concentrazioni di SOx nei fumi, provenienti dalla combustione di combustibili liquidi, dal momento che tali prestazioni conseguono all'applicazione delle percentuali di abbattimento a ciascuna fattispecie applicabile. Si riportano , a titolo meramente indicativo, alcuni valori di emissioni stechiometriche di SOx attese in forni e caldaie (senza FGD per trattamento fumi) in relazione al contenuto di zolfo raggiungibile nei combustibili. (mg/Nm^3 al 3 % di O_2): ▪ 5-100 (fuel gas sino al 0,06 % in peso S; i valori di emissione ottenibili dipendono dal livello di concentrazione H_2S raggiungibile con la MTD trattamento gas con ammine): ▪ 850 (fuel liquido 0,5 % peso S) ▪ 1700 (fuel liquido 1 % peso S) ▪ 3400 (fuel liquido 2 % peso S) ▪ 5000 (fuel liquido 3 % peso S) Bassi contenuti di zolfo nel combustibile liquido potrebbero richiedere una desolforazione profonda (idrotrattamento) del fuel stesso.	L'aumento di efficienza energetica riduce emissioni di CO_2.	La produzione (con idrotrattamento) di combustibili liquidi a basso contenuto di zolfo richiedono un'attenta valutazione costi/benefici e della configurazione di processo della raffineria. L'applicazione di FGD appare essere poco vantaggiosa in Italia per i significativi effetti cross media. Il retrofitting in impianti esistenti potrebbe risultare non fattibile o giustificabile per limitazioni di spazio, processo, parametri operativi e costi Per la valutazione dei costi delle combinazioni di MTD fare riferimento agli esempi di valutazione economica tratti dal BRef e riportati in appendice.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
SO_X	DeSOx catalitico nell'impianto FCCU. La SO_2 presente nel gas di rigenerazione catalizzatore può essere ridotta utilizzando un catalizzatore (Al/Mg, Ce) che trasferisce una parte significativa dello zolfo presente nel coke dal rigeneratore al reattore FCCU ove viene liberato come H_2S. L'H_2S esce dal reattore con il gas di testa e viene inviato al recupero come zolfo, dopo lavaggio all'impianto ammine e Claus.	20-60%	Emissioni raggiungibili: ▪ 1300-3000 mg/Nm^3 al 3% O_2 (con concentrazione iniziale di SO_2 pari a 4250 mg/Nm^3 al 3% O_2 e con una concentrazione iniziale di zolfo nel combustibile approssimativamente del 2.5%)	L'additivo DeSO_X è più efficiente nel sistema a combustione completa, ove tuttavia comporta più formazione di SO_X e NO_X, che a combustione parziale. Possibile perdita di resa dei prodotti da FCCU. Ridotta flessibilità operativa nel FCCU. Aumento del consumo energetico. Possibilità che lo H_2S addizionale, presente nel gas di testa FCCU, non possa essere recuperato nel lavaggio ammine e Claus qualora già a pieno carico.	Investimento basso limitato alle attrezzature di dosaggio additivo. Costi operativi elevati fortemente dipendenti dall'unità FCC, dalla SO_X iniziale e dalla riduzione che si vuole raggiungere; indicativamente: 0,34-0,7 €/t

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
SOx	Idrotrattamento della carica all'impianto FCCU	Le emissioni dal rigeneratore possono ridursi sino al 90%, in funzione del contenuto di zolfo nella carica di impianto. Si hanno anche effetti benefici sulle riduzioni di NOx e metalli	Emissioni raggiungibili: ▪ 200-600 mg/Nm^3 al 3% O_2 (Il valore delle emissioni raggiungibili dipende dal tipo di carica impianto). In considerazione degli elevatissimi costi questa tecnica viene applicata solitamente, nei casi in cui vi sia necessità di miglioramento della qualità dei prodotti da FCCU per ragioni commerciali.	Aumento notevole di consumo di energia ,per installazione forno riscaldamento e per necessità di addizionale produzione idrogeno Aumento emissioni di CO_2. Aumento produzione acque acide di processo Aumento produzione rifiuti di impianto e smaltimento catalizzatore esausto.	Necessario valutare a fondo la fattibilità e convenienza economica ed ambientale. Per impianti di capacità pari a 1,5 Mt/anno (1999): - Investimento ▪ distillati 80-100 M€, ▪ residuo 200-300 M€. - Costi operativi: ▪ distillati : 4-9 M€/anno ▪ residui : 15-50 M€/anno Questa tecnica potrebbe richiedere anche la installazione di nuove unità di lavaggio ad ammine, Claus e produzione idrogeno. Necessità di notevoli spazi.

Inquinante	MTD		Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
SO_X	Desolforazione dei fumi (FGD)	Scrubbing con acqua di mare (Seawater scrubbing): rimozione dell'SO_X attraverso i composti alcalini e i bicarbonato presenti nell'acqua di mare. Talvolta viene utilizzato idrossido di magnesio per aumentare l'alcalinità.	99%	Applicazioni ritenute poco vantaggiose in Italia.	Aumento dei consumi energetici. Il defluente proveniente dall'impianto di trattamento, contenente metalli pesanti e composti organici, viene scaricato direttamente a mare. E' pertanto necessaria una tecnica di riduzione del particolato prima dello scrubbing con acqua di mare.	Richiede spazio. Costi di investimento non elevati. Applicabilità limitata ai soli casi in cui vi è disponibilità di acqua di mare.
		Walther-process. La SO_2 viene assorbita dall'immissione di ammoniaca acquosa, producendo solfiti poi ossidati a solfati. La soluzione di sale di ammonio viene successivamente concentrata con evaporazione e poi cristallizzata.	>88%	Applicazioni ritenute poco vantaggiose in Italia.	Aumento dei consumi energetici. Possono verificarsi aerosol di cloruro e visibile pennacchio di gas di scarico quando si utilizzano combustibili contenenti cloro. Il processo non abbatte il particolato e i metalli associati. Produzione elevata di rifiuti talvolta riutilizzati come fertilizzanti.	Richiede spazio. Costi non disponibili.

Inquinante	MTD		Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
SO_X	Desolforazione dei fumi (FGD)	Wellman Lord. E' un processo rigenerabile, basato sull'equilibrio del solfito/bisolfito di sodio. Lo zolfo viene recuperato come prodotto.	98%	Applicazioni ritenute poco vantaggiose in Italia.	Aumento dei consumi energetici. Viene immessa ammoniaca per evitare formazione di SO_3. Le ceneri (rifiuto) sono ad alto contenuto di solfato di ammonio, potenzialmente riutilizzabile come fertilizzante. Le acque reflue devono essere neutralizzate e strippate.Il contenuto residuo di ammoniaca nelle acque reflue può essere nel range 10-100 mg/l. Produzione elevata di rifiuti.	La complessità del processo è stata un impedimento all'applicazione su larga scala. E' necessario avere capacità spare negli impianti recupero zolfo (altrimenti è necessario un ulteriore impianto SRU). Richiede spazio. Costo investimento, basato su un impianto che tratta 500.000 Nm^3/h di gas con SO_X pari a 0.8%: 50 M€.
		Scrubbing con calcare umido (Wet limestone Scrubber - WS). Un impasto semiliquido di calcare/acqua è impiegato come assorbente. Il gesso idrato è prodotto nell'ossidazione (aerazione) nel bacino dell'assorbente.	90-98%	Gli attuali sistemi sono migliori e meno complessi dei precedenti. Applicazioni ritenute poco vantaggiose in Italia. Utilizzo prevalentemente in grandi impianti di combustione (alimentati con combustibili pesanti ad alto contenuto di zolfo) per la produzione di energia elettrica	Aumento dei consumi energetici. Acque reflue contaminate da solidi sospesi, metalli e cloruri che necessitano di un trattamento dedicato di sedimentazione, flocculazione,pressing con filtri. L'acqua trattata è drenata nel sistema fognario. Produzione elevata di rifiuti (fango filtrato).	Richiede spazio. Ricorrendo a buone procedure ingegneristiche i depositi/otturazioni dei componenti possono essere evitati. Costi investimento, basati su impianto che tratta da 200000 a 650000 Nm^3/h di fumi: 10 – 20 M€. Costo operativo : 1,6-4 M€/anno.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
SOx	Combinazioni di MTD nell'impianto FCC Appropriata combinazione delle seguenti specifiche MTD: ▪ Utilizzo di De SOx catalitico ▪ Utilizzo di FGD ▪ Idrotrattamento carica impianto Vedere le tabelle relative alle valutazioni e prestazioni delle specifiche MTD	—	Impianto FCC Emissioni SO_X (mg/Nm^3 al 3% di O_2): ▪ 10-350 (il valore più basso è ottenibile solo con FGD e contemporanea carica FCCU con basso contenuto di zolfo) In considerazione degli elevatissimi costi la tecnica di idrotrattamento viene applicata solitamente nei casi in cui vi sia necessità di miglioramento della qualità dei prodotti da FCCU per ragioni commerciali.	Effetti correlati combinati e addizionali in relazione alla combinazione degli effetti correlati delle singole MTD applicate.	L'applicazione in impianti FCC esistenti potrebbe risultare non fattibile o non conveniente per limitazioni di spazio, processo, parametri operativi e costi. Vedere le specifiche limitazioni di applicabilità delle singole MTD. Per la valutazione dei costi delle combinazioni di MTD fare riferimento agli esempi di valutazione economica tratti dal Bref e riportati in appendice.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
H_2S	Trattamento del gas di raffineria con Ammine		Riduzione della concentrazione di H_2S nel gas di raffineria a 20-200 mg/Nm^3. Usare un processo ammine rigenerativo	Produzione di effluente liquido da rigenerazione con elevati valori di composti azotati (N-Kj). Rifiuti derivanti da pulizia dei filtri. Generazione di carbone attivo esausto.	Costi adeguamento di un impianto esistente per portarlo a 0,1/0,2 % v/v di H2S nel fuel gas (M€): 3.75-4.5 Richiede spazio.
	Unità di Recupero Zolfo (SRU/TGTU) Recupero dello zolfo dal gas ricco di H2S proveniente dalle unità di lavaggio ad ammine e trattamento acque acide (SWS)	Claus: 1 reattore 90 2 reattori 94-96% 3 reattori 97-98% SuperClaus 98.7% TGTU 99-99.99% in relazione al tipo di processo utilizzato	Emissioni SO_X (mg/Nm^3 secco dopo incenerimento): ▪ Claus 96% : 13500-14000 ▪ Super Claus: 4500-5000 ▪ TGTU: 400-2000 Per l'applicazione in Italia degli impianti Claus/TGTU considerare una efficienza di recupero 99,5-99,9 % per gli impianti nuovi e superiore al 99% per gli impianti esistenti.	La riduzione della SO_X, comporta una maggiore emissione in atmosfera di CO_2 e di NO_X. Ad esempio l'applicazione di un TGTU ad un SuperClaus di 100 tons/giorno può produrre un incremento di CO_2 pari a 18 tons/giorno. Formazione di ridotte quantità di acque acide. Smaltimento di catalizzatore esausto.	Richiede spazio. Investimento per inserimento di un terzo reattore Claus in impianto con produzione annua di 30000 t di zolfo: 2-3 M€. L'investimento per istallazione TGTU è molto variabile in relazione al tipo di processo da utilizzare, dalla capacità dell'impianto e dall'efficienza di recupero che si desidera raggiungere. Esempio: investimento per TGTU aggiunto a Claus da 100t/giorno: 30-50% dell'investimento del Claus stesso.
	Rimozione Idrogeno solforato e mercaptani leggeri, tramite un letto fisso o un reattore batch con reagente granulare		Applicazioni limitate per ridurre odori da correnti a bassa concentrazione di H_2S e mercaptani		Applicabile ad acque reflue, stoccaggio combustibile, impianto produzione bitume

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
Polveri (La riduzione delle polveri riduce anche l'emissione dei metalli)	Cicloni	30 - 90% Il valore più alto solo con terzo stadio. In FCC l'efficienza dipende dal tipo di catalizzatore utilizzato.	Livelli di emissione polveri raggiungibili: ▪ 100-500 mg/Nm^3	Notevole produzione di rifiuti solidi. Genera una perdita di pressione.	Generalmente non rimuovono particolato con diametro < 10 micron (PM_{10}). Costo smaltimento catalizzatore recuperato: 120-300 € per tonnellata Tipicamente applicati negli impianti FFC e negli impianti di Cracking residuo e oli pesanti. Non appare aplicato a forni e caldaie
	Filtri		Livelli di emissione polveri raggiungibili: ▪ < 5 mg/Nm^3	Perdite di pressione. Produzione di rifiuti solidi. Durata limitata delle tele (1-2 anni) e necessità del loro smaltimento.	L'applicabilità è limitata ad impianti di combustione con effluenti inferiori a 50.000 Nm^3/h Costi operativi bassi, ma le tele devono essere cambiate frequentemente.
	Lavatori tipo venturi e centrifuga		Livelli di emissione polveri raggiungibili: ▪ 50 mg/Nm^3 (se vengono utilizzate grosse quantità di acqua come in un impianto di lavaggio a 2 stadi)		Generalmente applicata per la rimozione combinata di polveri e componenti acidi (HCL e HF) negli inceneritori e cokers. Costi non disponibili.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
Polveri (La riduzione delle polveri riduce anche l'emissione dei metalli)	ESP	90-95%	Livelli di emissione polveri raggiungibili: ▪ 5/10-50 mg/Nm^3	Produzione di rifiuti solidi. Richiede energia elettrica ad alto voltaggio	Possono rimuovere particolato con diametro < 2 micron. Richiedono notevole spazio ed il retrofitting in impianti esistenti potrebbe risultare non fattibile o conveniente. Si trovano applicazioni negli impianti FCC, FGD, inceneritori e impianti di combustione, per generazione potenza, alimentati con combustibili molto pesanti ad alto contenuto di ceneri. Costi di investimento per impianto da 650000 Nm^3/h di gas: 4.4M€. Per impianto da 150000 Nm^3/h: 1.9M€.
Polveri (La riduzione delle polveri riduce anche l'emissione dei metalli)	Wet Scrubbers	85-95%	Livelli di emissione polveri raggiungibili: ▪ 30-50 mg/Nm^3	Aumento dei consumi energetici per pompaggio, richiede acqua e materie prime alcaline. Produzione di rifiuti solidi. Riduzione contemporanea delle emissioni di SO_2; l'acqua reflua contiene Na_2SO_4.	Tipicamente non rimuovono particolato con diametro < 10 micron (PM_{10}), ma in casi particolare possono rimuovere sino a 0,5 micron. Richiedono spazio. Materie prime (es. soda caustica) costose.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
Polveri (La riduzione delle polveri riduce anche l'emissione dei metalli)	<u>Combinazioni di MTD per sistemi di combustione ed energetico (combustibili liquidi)</u> Appropriata combinazione, delle seguenti specifiche MTD: ▪ Riduzione del consumo di combustibile (aumentando l'efficienza energetica) ▪ Massimizzazione utilizzo gas e di combustibili liquidi a basso contenuto di ceneri ▪ ESP o filtri nei fumi in uscita da forni e caldaie qualora viene utilizzato combustibile liquido pesante ad alto contenuto di ceneri Vedere le tabelle relative alle valutazioni e prestazioni delle specifiche MTD		Livelli di emissione polveri raggiungibili: ▪ 5-50 mg/Nm^3	Effetti correlati combinati e addizionali in relazione alla combinazione degli effetti correlati delle singole MTD applicate.	L'applicazione in impianti esistenti potrebbe risultare non fattibile o non conveniente per limitazioni di spazio, processo, parametri operativi e costi. Vedere le specifiche limitazioni di applicabilità delle singole MTD, in particolare per quanto riguarda l'utilizzo (o produzione) di combustibili liquidi a basso contenuto di ceneri e di ESP e filtri. Per la valutazione dei costi delle combinazioni di MTD fare riferimento agli esempi di valutazione economica tratti dal Bref e riportati in appendice

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
Polveri (La riduzione delle polveri riduce anche l'emissione dei metalli)	<u>Combinazioni di MTD per FCCU</u> Appropriata combinazione, delle seguenti specifiche MTD: ▪ Cicloni terziari e multistadio ▪ ESP o scrubbing ▪ Idrotrattamento della carica impianto Vedere le tabelle relative alle valutazioni e prestazioni delle specifiche MTD	95-99% con ESP o scrubbing. Il valore più alto non si raggiunge con scrubbing.	Livelli di emissione polveri raggiungibili: ▪ 5-50 mg/Nm^3	Effetti correlati combinati e addizionali in relazione alla combinazione degli effetti correlati delle singole MTD applicate.	Negli impianti FCC viene spesso applicata la combinazione cicloni/ESP, talvolta scrubbing. L'applicazione in impianti esistenti potrebbe risultare non fattibile o non conveniente per limitazioni di spazio, processo, parametri operativi e costi. Vedere le specifiche limitazioni di applicabilità delle singole MTD, in particolare per quanto riguarda l'idrotrattamento della carica impianto. Per la valutazione dei costi delle combinazioni di MTD fare riferimento agli esempi di valutazione economica tratti dal BRef e riportati in appendice.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
Metalli	Negli impianti di Cracking e Coking l'abbattimento delle emissioni di metalli è effettuato contemporaneamente a quello delle polveri nei cicloni e/o ESP.		Vedi MTD relative a polveri	Vedi MTD relative a polveri	Vedi MTD relative a polveri
VOC	Programma LDAR (Leak detection and Repair)	50-90%	Largamente utilizzato		Costi operativi (€) per monitorare 3000 componenti: 87500.
	Unità di Recupero Vapore (VRU)	Stadio singolo: 90-99% Stadio doppio: vicino al 100%	Stadio singolo: riduzione sino a 10g/Nm^3 Stadio doppio: riduzione sino a 0.10-0.15g/Nm^3 Le efficienze variano in funzione del numero di stadi (1 o 2) installati; valori elevati si raggiungono solo con alti carichi in ingresso.	Per l'assorbimento: produzione di effluente acquoso contenente idrocarburi da inviare a successivi trattamenti. Per l'adsorbimento: produzione notevole di rifiuti. Le unità a 2 stadi richiedono elevati consumi di energia. Il consumo di queste unità è circa il doppio di quelle ad 1 stadio (con emissione residua di 5gr/m^3) e ciò comporta anche più elevate emissioni di CO_2.	In Italia si applica quanto richiesto dal DM 107/2000. I costi dipendono da condizioni specifiche, capacità e grado di efficienza. Per un impianto da 99,2% l'investimento varia da 2-25M€ ed i costi operativi da 0,02-1M€
	Distruzione per ossidazione e biofiltrazione: ❑ ossidazione termica o catalitica del vapore per convertirlo in CO_2 ed H_2O ❑ biofiltrazione, ovvero decomposizione a CO_2 ed H_2O attraverso microrganismi in ambiente umido a temperatura di poco superiore a quella ambiente	95-99%		Nel caso di ossidazione termica si ha la formazione di prodotti della combustione e problemi di sicurezza per rischi di esplosione e consumi di combustibile ausiliario nel caso di correnti a bassa concentrazione di organici. Nel caso di ossidazione catalitica si ha riduzione di attività catalitica col passare del tempo.	Comporta emissioni di CO_2.

Inquinante	MTD	Efficienza	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
CO	CO boiler per condizioni di ossidazione parziale nel FCCU		Emissioni raggiungibili: <100mg/Nm^3 Tali valori potrebbero non essere raggiungibili qualora si desideri un'ottimizzazione della riduzione simultanea delle emissioni di NO_X		Richiede spazio. Applicabile ad impianti FCC. Necessita un'appropriata progettazione e conduzioneper ottimizzare simultaneamente le emissioni di CO e NO_X
	Riduzione catalitica e combinata di CO e di NO_X nei fumi in centrali termoelettriche in turbine a gas a ciclo combinato Tecnologia che utilizza un catalizzatore singolo che opera in due cicli: ossidazione/adsorbimento riduzione	90%	Tale tecnica permette di abbattere contemporaneamente anche i NMVOC e NO_X. Non riduce le prestazioni delle turbine a gas. Per una turbina a gas da 25 MW sono richiesti 1600 kg/h di vapore (da 330 a 390 °C) e 14 kg/h di gas naturale	E' richiesta una pulizia annuale del catalizzatore con acqua distillata e carbonato di potassio. Richiede energia elettrica per i sistemi di controllo e gas naturale, vapore per la produzione di gas di rigenerazione	Produzione di energia turbogas ciclo combinato: costo di investimento (M€) 19.2 per turbina a gas da 400 MW; 6.2 per turbina da 25 MW. E' stata utilizzata per la necessità di ridurre le emissioni di NO_X da 50 a 10 mg/Nm^3 in aree densamente popolate. Può essere applicato come retrofit su impianti esistenti o nuovi.
	Monitoraggio e controllo dell'O_2 per impianti FCC a combustione completa e per forni/caldaie.		Livelli di emissione raggiungibili 35-250 mg/Nm^3		
HF	Scrubbing con NaOH o KOH per rimuovere HF da corrente gassosa incondensabile (neutralizzazione) generata nel processo di alchilazione ad acido fluoridrico		Processo di alchilazione ad acido fluoridrico: livelli di emissione raggiungibili: 1mgHF/Nm^3	Produzione di rifiuti	Ampiamente applicato
PCDD/F	Le diossine potrebbero formarsi nel processo di reforming catalitico, nella fase di rigenerazione del catalizzatore, soprattutto nella rigenerazione continua. Come tecniche di abbattimento potrebbero essere utilizzati filtri o carboni attivi.		Necessità di approfondire la problematica. Studi in corso		Lo studio della formazione delle diossine –e come le condizioni di rigenerazione possono influenzare la formazione – può essere considerata una buona tecnica per approfondire e risolvere il problema

MTD per la riduzione delle emissioni in acqua

Inquinante	MTD	Valutazioni per singole unità produttive e informazioni specifiche	Effetti cross media	Applicabilità e costi
HF	Precipitazione di AlF_3 o CaF_2 Processo di neutralizzazione	Processo di alchilazione acido fluoridrico: 20-40 mg/kg di F		
H_2S[1] **NH_3** **fenolo**	Raccolta e collettamento delle acque acide in un impianto di trattamento dedicato (SWS a singolo o a doppio stadio)	Concentrazione nell'acqua effluente: *SWS ad uno stadio*: H_2S 10 mg/l, NH_3 75-150 mg/l, fenolo 30-100 mg/l *SWS a due stadi*: H_2S 0.1-1mg/l, NH_3 1-10mg/l	Gli off gas provenienti dall'unità di strippamento possono influenzare negativamente l'efficienza dell'unità di recupero zolfo, dovuta all'ammoniaca presente	*SWS ad uno stadio*: largamente applicato *SWS a due stadi*: raramente applicato
Oli minerali NMVOC	Separatore API (trattamento primario) coperto o scoperto Separatore PPI/CPI	Prestazioni: 50-100ppm di olio Emissioni di NMVOC: da separatore aperto 20g/m²; da separatore coperto 2 g/m²	Nei separatori coperti si possono raggiungere i limiti di infiammabilità/esplosività, conseguentemente dovrebbero essere prese misure di sicurezza opportune e specifiche. I PPI e CPI hanno maggiori problemi di sporcamento. Produzione rifiuti (fanghi)	Costo per installazione di 2 vasche da 200m³ con copertura flottante: 75.000€ Largamente applicato
	Trattamento secondario DAF	Prestazioni: 10-20ppm di olio	Come il trattamento primario. Produzione di rifiuti (fanghi)	Per un DAF da 800m³/h l'investimento è pari a 1.5 M€ Largamente applicato
COD **BOD**	Trattamento terziario di tipo biologico	Rimozione di COD raggiungibile: 80-90% Rimozione di BOD raggiungibile: 90-98%	Consumo di energia. Produzione di rifiuti (fanghi).	Largamente applicato

[1] presenti nelle acque acide provenienti dalle singole unità di processo

Prestazioni conseguibili con l'adozione delle MTD

In questo documento non è stato possibile associare a ciascuna MTD di processo una prestazione ambientale attesa, correlata ai principali inquinanti emessi. È stato invece definito, nel paragrafo precedente, il quadro delle prestazioni presunte, in termini di efficienza, a valle delle principali tecniche disponibili di depurazione.

Sulla base degli elementi sinora sviluppati, è possibile ipotizzare una prestazione ambientale di "bolla" di raffineria che è associabile all'adozione delle MTD ed è rappresentata nella tabella seguente.

Ovviamente il contenuto della tabella seguente non è in alcun modo un'indicazione di limiti di emissione adottabili per le raffinerie italiane. I limiti di emissione saranno il risultato di un processo di valutazione che, in considerazione della domanda di autorizzazione presentata dal gestore e nell'autonomia decisionale dell'autorità competente, deve tenere conto degli aspetti specifici dell'industria che si autorizza, del rapporto costi – benefici e delle esigenze ambientali del sito su cui tale industria opera. I limiti di emissione che saranno fissati per le raffinerie italiane potrebbero, pertanto, differire (in più o in meno), anche significativamente, dai valori sotto riportati.

È altrettanto evidente che le prestazioni che in questo documento vengono presentate come conseguibili, per le raffinerie nazionali, non sono "frontiere" tecnicamente non superabili. L'elenco delle MTD presentato precedentemente ed i criteri di selezione che sono presentati in altra sezione di questo documento potranno consentire, all'autorità competente, il giusto bilanciamento nella identificazione dei limiti di emissione congruenti con le specificità del sito.

È opportuno, infine, segnalare che la tabella seguente è sostanzialmente il linea con la proposta che la rappresentanza italiana a Siviglia, in sede di redazione del BRef comunitario, ha finalizzato come prestazione conseguibile in Italia con l'adozione delle migliori tecniche disponibili. Tale proposta, insieme al suo razionale che tiene in considerazione anche i limiti previsti dalla Direttiva 2001/80/CE, è riportata in dettaglio nel già citato documento finale del BRef Comunitario.

Prestazioni ambientali conseguibili nelle raffinerie con l'adozione delle MTD (impianti nuovi ed esistenti)	
COMPOSTO INQUINANTE	**Intervallo valori di emissione considerati prestazioni oggi conseguibili nelle raffinerie italiane (mg/Nm^3)**
Ossidi di zolfo (SO_X)	800-1200
Ossidi di azoto (NO_X)	250-450
Polveri (PM)	30-50
Monossido di carbonio (CO)	100-150
Composti Organici Volatili (VOC)	20-50
Idrogeno solforato (H_2S)	3-5
Ammoniaca e composti a base di cloro	20-30

In aggiunta alle indicazioni dei valori di bolla per SO_X, NO_X e PM, che dipendono essenzialmente da fattori come la gestione e tipo dei combustibili, dalle condizioni operative (controllo dell'eccesso d'aria, temperature) e dai processi, in bolla sono stati inclusi ed indicati anche i valori di emissione relativi a CO, VOC, H_2S, NH_3 e composti clorurati in quanto le emissioni di questi ultimi sono strettamente correlate, conseguenti e dipendenti dagli stessi fattori che determinano le emissioni di SO_X, NO_X e PM. La gestione operativa e la valutazione delle tecniche devono quindi essere viste in maniera combinata e non per singolo inquinante, per evitare effetti contrapposti (ad esempio la riduzione del CO,VOC, PM, tramite aumento di temperatura ed eccesso di ossigeno, comporta un innalzamento dei NO_X e dei consumi energetici).

Questo documento non propone invece indicazioni di prestazioni per altri inquinanti, pur rilevanti e citati nel seguito (ad esempio IPA e metalli), poiché il GTR non ha disposto dei necessari strumenti conoscitivi e delle risorse compatibili con i tempi di elaborazione per arrivare ad una quantificazione di dette prestazioni. Vale altresì la considerazione che IPA e metalli, nelle emissioni gassose, sono tipicamente associati alla fase solida (polveri) e pertanto un contenimento della fase solida comporta anche un loro abbattimento.

In analogia con la vigente normativa in campo ambientale, i valori di emissione, riportati nella tabella precedente, si riferiscono alle normali condizioni operative, rappresentative del funzionamento dell'impianto. Tali condizioni si intendono quelle corrispondenti al funzionamento stabile ad una potenza (capacità) non inferiore al 50% della potenza (capacità) nominale, e comunque escludendo le fasi di avviamento, arresto o emergenza dell'impianto stesso.

I livelli emissivi sopra esposti, così come in generale i limiti di emissione che devono essere fissati dall'autorità competente, potrebbero non essere rappresentativi delle condizioni di transitorio, per le quali l'autorità competente è chiamata a fissare specifiche prescrizioni.
Analogamente le prestazioni emissive ottimali potrebbero non essere conseguibili in caso di guasto, tale da non permettere il rispetto dei valori limite di emissione; in quest'ultimo caso è previsto anche dalla legislazione vigente che la raffineria deve provvedere al ripristino funzionale dell'impianto nel più breve tempo possibile ed informare l'autorità competente che dispone i provvedimenti necessari.

I valori di prestazione forniti, in analogia con i limiti previsti dal DM 12/7/90 con cui sono confrontati:

- sono espressi come valori medi mensili riferiti (misurati) al tempo di effettivo funzionamento dell'impianto;
- si riferiscono a condizioni fisiche normalizzate di temperatura e pressione (0 °C, 101.3 kPa) ed a condizioni anidre (cioè previa detrazione del tenore di vapore d'acqua);
- si riferiscono alle seguenti percentuali di ossigeno negli effluenti gassosi: 3% per i combustibili liquidi e gassosi, 6% per il carbone, 11% per gli altri combustibili solidi, 15% per le turbine a gas fisse.

I. ANALISI DELL'APPLICABILITÀ AD IMPIANTI ESISTENTI DELLE TECNICHE DI PREVENZIONE INTEGRATA DELL'INQUINAMENTO ELENCATE AL PUNTO PRECEDENTE, ANCHE CON RIFERIMENTO AI TEMPI DI ATTUAZIONE

Applicabilità delle MTD agli impianti esistenti

Sui limiti per l'applicabilità delle MTD agli impianti esistenti si è già detto, per continuità ed efficacia espositiva, nel capitolo di descrizione delle tecniche e nelle tabelle di sintesi delle tecniche di depurazione; vale la pena di riprendere qui alcuni concetti.
Nella scelta delle tecniche MTD si deve tener presente che potrebbe risultare molto difficile adottarne alcune (es. sostituire un processo con un altro) in impianti esistenti: è evidente, infatti, che il cambiamento dalla tecnica già in uso potrebbe comportare effetti ambientali ed economici (es. la dismissione dell'impianto o esistente o parte di esso) talmente significativi da controbilanciare negativamente i vantaggi ambientali ed economici dell'applicazione della nuova tecnica. L'applicazione di alcune MTD, di conseguenza, potrebbe risultare appropriata solo in occasione di rilevanti modifiche nuove installazioni; gli impianti esistenti possono inoltre avere scarse disponibilità di spazi, che impediscono la piena adozione di alcune tecniche. Una valutazione appropriata può essere fatta solo a livello locale o di sito.
Per ulteriori informazioni e per ulteriori criteri per l'individuazione ed utilizzazione delle MTD, il lettore è rimandato anche al capitolo K di questo documento.

Inquinanti tipici significativi per singolo processo, attività o unità produttiva

Al fine di poter meglio comprendere ed utilizzare i principi generali del monitoraggio della raffineria, che saranno illustrati in questo capitolo, si rimanda alle tabelle 22-27 presentate nel capitolo E, nelle quali sono riportati gli inquinanti tipici in aria ed acqua ed i rifiuti che si originano in raffineria, raggruppati per ognuna delle attività o unità produttive.

Indicazioni generali per il monitoraggio

Come già ampiamente detto in altre sezioni di questo documento, le raffinerie di petrolio sono differenti nella loro configurazione (complessità di processo, dimensioni, caratteristiche tecniche delle unità) e sono caratterizzate da un numero molto elevato di apparecchiature di combustione. Ulteriori differenziazioni derivano dalle diverse tipologie di combustibili utilizzati, in gran parte autoprodotti (compreso il gas di raffineria), da un'elevata integrazione termica e funzionale degli impianti, dalla presenza o meno di bruciatori policombustibile. Dal punto di vista delle emissioni in atmosfera, occorre inoltre considerare che ferquentemente effluenti di vari impianti

confluiscono in un unico camino, e che solo su alcuni punti di emissione sono presenti analizzatori in continuo.
Le singole raffinerie pertanto utilizzano, in relazione alla specificità dei propri sistemi di gestione, proprie procedure di determinazione, gestione, controllo e documentazione dei dati sulle emissioni.

Il monitoraggio delle operazioni e delle emissioni prodotte è un'attività fondamentale per numerosi aspetti, come ad esempio per:

- assicurare il rispetto dei limiti di legge;
- controllare le operazioni delle singole unità, delle emissioni prodotte, dei risultati ottenuti e per le eventuali azioni correttive;
- verificare la conformità dell'esercizio agli standard ambientali;
- selezionare o progettare tecniche per il miglioramento delle prestazioni ambientali.

Un sistema di monitoraggio deve quindi fornire risultati accurati e validi in quanto tali informazioni sono la base per programmare e attuare corrette decisioni operative e tecniche, evitando soluzioni errate o non adeguate.
Il monitoraggio dovrebbe essere effettuato durante le attività iniziali di avviamento degli impianti, le normali operazioni e le fermate così come potrebbe risultare utile per la gestione o la ricostruzione ex-post del funzionamento in condizioni anomale.

Dal punto di vista della metodologia adottata, il monitoraggio utilizzabile in una raffineria può essere:

- **strumentale diretto e continuo** del parametro d'interesse, tramite analizzatori installati in corrispondenza ai punti di emissione (tipicamente i camini di rilascio in atmosfera) che effettuano campionamenti ed analisi in linea; l'utilizzo di questa tecnica è indicata nei casi in cui vi siano alti flussi volumetrici associati ad elevate variazioni delle concentrazioni dei contaminanti presenti;
- **indiretto tramite correlazione** tra alcuni parametri chimico/fisici di processo monitorati strumentalmente in continuo e le emissioni ad essi correlate, come ad esempio il contenuto di zolfo nel combustile liquido o gassoso e le corrispondenti emissioni nei fumi dai camini; anche questa tecnica viene diffusamente adottata nei casi di flussi volumetrici, alti o bassi, associati a significativa variabilità delle concentrazioni dei contaminanti; può esser ritenuta equivalente al monitoraggio in continuo qualora si disponga di una correlazione predittiva rappresentativa ed accurata e nei casi in cui non ci sia interposta tra la fonte dell'effluente ed il camino un dispositivo di abbattimento (la cui efficienza può essere stimata ma difficilmente correlata con esattezza ai parametri impiantistici);
- **strumentale diretto di tipo discontinuo**; si effettua normalmente tramite misure periodiche su ridotta base temporale (ad esempio analisi di laboratorio su campioni prelevati ai camini), per verifiche saltuarie di emissioni poco variabili, per verifiche di emissioni da impianti di abbattimento o per convalida dei risultati ottenuti tramite le metodologie di monitoraggio descritte nei casi precedenti;
- **indiretto basato sull'utilizzo di fattori di emissione**; è una forma di controllo indiretto spesso usato ex-post per tecniche di valutazione a consuntivo.

Ognuno dei sistemi suddetti offre vantaggi e svantaggi tecnici, gestionali e di costo e quindi può essere adottato, nello specifico caso, tenendo conto della situazione impiantistica e del reale rischio ambientale nel territorio.
Il monitoraggio continuo non è sempre e necessariamente più attendibile e più accurato delle altre tecniche. Infatti vi sono molteplici fattori e condizioni impiantistiche, di installazione e di gestione, che influenzano e rendono particolarmente delicato l'uso degli analizzatori in continuo. Questi ultimi, infatti, richiedono questi una continua attenzione nella manutenzione, calibrazione, pulizia e validazione.

Negli stabilimenti con numerose unità tecniche, come le raffinerie, viene frequentemente adottato un sistema di monitoraggio basato sulla combinazione delle tecniche descritte.
Come già illustrato nel precedente capitolo, nelle raffinerie italiane, così come in numerose raffinerie europee, viene adottato per alcuni contaminanti caratteristici delle emissioni in atmosfera, il concetto di "bolla". La raffineria viene considerata nel suo insieme e vengono sommate le emissioni ed i volumi dei flussi di tutte le sorgenti di emissione incluse nella definizione di bolla. Viene quindi calcolata la concentrazione media dell'inquinante considerato, sulla base dei contributi di ogni singola sorgente di emissione. Nelle raffinerie Italiane il concetto di bolla, ed il conseguente monitoraggio, viene applicato, come previsto dal DM 12/07/90 emanato ai sensi del DPR 203 del 1988, alle emissioni di SO_X, NO_X, PM, CO, VOC, H_2S, NH_3 e composti a base di cloro.

Le informazioni riportate nel seguito forniscono indicazioni utili per aiutare il lettore nel processo decisionale circa l'adozione di uno dei possibili metodi di monitoraggio.

Monitoraggio strumentale diretto e continuo. È tipicamente adottato per quelle unità ove la notevole entità degli effluenti gassosi (fumi) e le conseguenti emissioni fluttuano in maniera significativa a seguito di variazioni, poco prevedibili, qualitative e quantitative nei combustibili utilizzati o nell'alimentazione di processo (carica). Un esempio di applicazione previsto dalle Linee Guida DM 12/07/90 è quello degli impianti di combustione con potenza termica nominale superiore a 300 MW per la misura delle concentrazioni di SO_X, NO_X e polveri. Il monitoraggio in continuo può anche essere considerato, in alternativa al monitoraggio indiretto tramite correlazione, per l'unità FCC o l'unità di recupero zolfo Claus, che rispondono al suddetto criterio generale.

Monitoraggio indiretto tramite correlazione. Come precedentemente detto, questa tecnica si basa sulla misurazione strumentale in continuo di uno o più parametri chimico/fisici di processo al quale, o ai quali, è correlabile con la necessaria ripetitività, accuratezza e precisione, il valore del parametro che si intende "controllare". Nelle unità di processo vengono generalmente monitorati una serie di parametri come temperatura, pressione, portate degli effluenti, composizione e densità dei prodotti e dei flussi. Ad esempio, nel caso delle emissioni in atmosfera, questi dati, insieme con i dati sulla composizione e qualità dei combustibili utilizzati, possono essere efficacemente correlati con le concentrazioni ed i quantitativi dei contaminanti emessi. Il monitoraggio indiretto, qualora venga realizzato un sistema di acquisizione e gestione dei dati accurato, attendibile, appropriato alla specifica condizione di impianto e convalidato da periodici dati e verifiche di impianto, risulta avere un grado di accuratezza confrontabile

con quello del monitoraggio continuo. Inoltre, questa metodologia di monitoraggio presenta anche dei benefici come quello di non comportare i problemi del fuori servizio degli analizzatori, di non essere influenzato dallo sporcamente degli stessi, di non richiedere frequenti calibrazioni e manutenzioni. Ovviamente l'utilizzo del sistema indiretto risulta essere particolarmente utile ed appropriato, quando applicato a quelle unità di processo ove le informazioni sono adeguate ed affidabili.
Come già menzionato, una valida applicazione del sistema indiretto è quella di monitorare le emissioni dei fumi dai camini degli impianti di combustione correlandole alla qualità e quantità del combustibile bruciato. Ad esempio il contenuto di zolfo nel combustibile (che è facilmente ottenibile con analisi di laboratorio ad elevata accuratezza) e la quantità del combustibile bruciato, sono indicatori delle emissioni totali di SO_X validi almeno quanto ogni altro sistema di monitoraggio in continuo.

Monitoraggio strumentale diretto di tipo discontinuo. E' utilizzato per verifiche saltuarie di emissioni sostanzialmente:

- poco variabili;
- di entità tali da contribuire solo marginalmente all'emissione dell'intero impianto;
- di entità tale da non produrre significativi effetti ambientali locali;
- di entità talmente modesta da rendere le misure strumentali dirette in continuo meno affidabili.

Monitoraggio indiretto basato sull'utilizzo di fattori di emissione. E' anche possibile l'utilizzo di fattori di emissione, qualora convalidati da campagne di misure in discontinuo e concordati con l'autorità competente. In questo caso i quantitativi di contaminanti verranno determinati moltiplicando la concentrazione del contaminante, calcolata ad esempio tramite la tipica formula CORINAIR[1], per il volume dei fumi il quale è, a sua volta, misurato o derivato da tabelle appropriate.

Calcolo della bolla

Nel calcolo della bolla rientrano le emissioni di tutti i camini di raffineria. I valori di emissione, ottenuti con i monitoraggi realizzati secondo i criteri sopra esposti, sono calcolati come rapporto ponderale tra la sommatoria delle masse di inquinanti emesse e la sommatoria dei singoli volumi di effluenti gassosi dell'intera raffineria. I valori di emissione, sia nel caso del monitoraggio in continuo sia nel caso di utilizzo del monitoraggio indiretto, sono registrati su base oraria. I valori orari sono utilizzati per il calcolo dei valori medi mensili. I valori medi mensili così calcolati, riferiti al tempo di effettivo funzionamento dell'impianto, vengono utilizzati al fine del confronto con i limiti fissati nell'autorizzazione.
In una raffineria, per il calcolo della bolla, si configurano tipicamente gli effluenti gassosi provenienti dalle seguenti fonti:

- impianti di combustione, come forni e caldaie;
- impianti di postcombustione, cioè dispositivi tecnici per la depurazione dello scarico gassoso mediante combustione, che non siano gestiti come impianti indipendenti di combustione;

[1] EMEP/CORINAIR, 2001 "Atmospheric emission inventory guidebook" 3th Ed.

- turbine a gas, indipendentemente dal tipo di combustibile gassoso utilizzato;
- dispositivi di rigenerazione dei catalizzatori dell'impianto FCC;
- dispositivi di conversione del solfuro di idrogeno in zolfo (unità Claus di recupero zolfo);
- eventuali altri dispositivi o reattori che determinano emissioni convogliate in atmosfera.

La torcia, in quanto dispositivo di sicurezza utilizzato in condizioni di emergenza, non rientra nel calcolo della bolla.

Calcolo del volume degli effluenti gassosi

Il volume dell'effluente gassoso totale dell'intera raffineria, da utilizzare per il calcolo dei valori di bolla di cui al punto precedente, è quello corrispondente alla somma dei singoli contributi derivanti da tutti gli effluenti gassosi emessi da tutti gli impianti di raffineria.
Il volume degli effluenti gassosi può essere misurato in continuo o determinato mediante metodi stechiometrici in base alla conoscenza del consumo di combustibile. In particolare :

- il volume dei fumi emessi dagli impianti di combustione e dalle turbine a gas vengono determinati utilizzando le formule di dettaglio (basate sulla composizione % in peso dei singoli elementi costituenti il combustibile utilizzato) riportate nel DPR n. 416 del 2001 o tramite i valori dei volumi unitari dei fumi riportati nella tabella seguente, anche essa estratta dal DPR n. 416 del 2001; in alternativa possono venire determinati con misurazioni in continuo;

Volumi unitari dei fumi per tipologia di combustibile (DPR n. 416 del 2001)		
Tipo di combustibile	**Ossigeno di riferimento nei fumi secchi (%)**	**Volume fumi secchi riportati all'ossigeno di riferimento (Nm^3/Kg)**
Olio combustibile BTZ (S<1 %)	3	11,76
Olio combustibile MTZ (1< S< 2 %)	3	11,67
Olio combustibile ATZ (2< S<3 %)	3	11,63
Altri Oli combustibili	3	12,00
Greggio di petrolio	3	12,10
Gasolio	3	12,00
Gas Naturale (1)	3	13,70
Gas di raffineria (2)	3	14,00
Orimulsion	3	7,89
Carbone	6	9,86
Coke di petrolio BTZ (S<15)	11	20,00
Coke di petrolio ATZ (> 1% S)	11	19,00
Lignite	11	9,00

(1) Densità di riferimento assunta pari a 0,69 Kg/STDm³
(2) Per le turbine a gas la percentuale di ossigeno di riferimento è 15; i valori in tabella devono essere riportati al 15%

- il volume dei fumi emessi dagli impianti FCCU, Claus e dagli impianti di post-combustione può essere misurato in continuo ovvero può essere determinato tramite un monitoraggio indiretto, basato su correlazioni di parametri chimico/fisici di processo, e con misure periodiche in discontinuo per verifica di accuratezza del monitoraggio indiretto stesso;
- la temperatura e il percento di ossigeno degli effluenti gassosi (fumi), dati necessari per il riferimento alle condizioni fisiche normalizzate ed al percento di ossigeno (oltre che al controllo ed ottimizzazione della combustione), vengono misurati sempre in continuo per gli impianti di combustione e, in alternativa ai metodi in continuo, con metodi discontinui per tutti gli altri impianti e dispositivi (quali ad esempio FCCU e Claus).

Calcolo delle masse degli inquinanti emessi

La massa totale di ogni singolo inquinante emesso dall'intera raffineria (SO_X, NO_X, PM, CO, VOC, H_2S, NH_3 e composti clorurati), da utilizzare per il calcolo delle emissioni di bolla di cui al punto precedente, è quella corrispondente, per ogni inquinante, alla somma dei singoli contributi derivanti da tutti gli effluenti gassosi emessi da tutti gli impianti di raffineria.
In particolare vale quanto segue.

Emissioni di SO_X. La massa può essere misurata in continuo o determinata mediante metodi indiretti che utilizzano calcoli stechiometrici o correlazioni, in base alla conoscenza dei consumi orari e mensili dei combustibili ed al loro contenuto di zolfo.

Impianti di combustione (forni e caldaie), impianti di post-combustione, turbine.
Le determinazioni delle emissioni di SO_X, ad esempio in t/mese, emesse nei fumi possono essere eseguite sulla base dei consumi del singolo combustibile, Qi (t/mese), e del relativo tenore di zolfo, Si (%), mediante la formula:

Massa SO_X Emessa (t/mese) = Sommatoria 2 x Si x Qi

Le emissioni calcolate con questo metodo sono eventualmente ridotte, in base alla efficienza percentuale media mensile dei sistemi di abbattimento ove esistenti.

Ai fini della determinazione dei consumi dei combustibili Qi e dei relativi contenuti di zolfo Si :

- il contenuto dei serbatoi di stoccaggio dei combustibili liquidi interessati viene misurato, campionato ed analizzato per ogni batch preparato per l'invio al consumo; contestualmente alle analisi di densità e del contenuto di zolfo, vengono anche determinate le concentrazioni dei metalli rilevanti contenuti nel combustibile allo scopo di consentire il controllo ed il monitoraggio dei relativi limiti di emissione;
- la massa ed il contenuto di zolfo dei combustibili gassosi vengono determinati con metodi in continuo o, in alternativa, con metodi in discontinuo tramite appropriate campagne di misurazioni rappresentative.

Impianti FCC e Claus. Le emissioni di SO_X nei fumi, su base oraria o mensile, possono essere determinate con misurazioni strumentali in continuo; in alternativa possono essere eseguite tramite monitoraggio indiretto, basato su correlazioni di parametri chimico/fisici di processo; misure periodiche comparative in discontinuo vengono effettuate per verifica di accuratezza del monitoraggio indiretto.

Emissioni di NO_X, PM, CO, VOC, H_2S, NH_3, composti clorurati. Le concentrazioni possono essere determinate tramite misurazioni strumentali in continuo, tecnica questa considerata preferibile, in particolare, per le emissioni di NO_X da caldaie e forni di potenza termica nominale superiore a 50 MW, alimentati con combustibile liquido o policombustibile (in previsione dell'entità e variabilità delle emissioni). In alternativa, per gli impianti nei quali non esiste un obbligo di legge per le misurazioni in continuo, è possibile che le valutazioni quantitative vengano effettuate con sistemi indiretti basati su correlazioni che utilizzano parametri chimico/fisici di processo acquisiti in continuo; misurazioni in discontinuo, fattori di emissione (convalidati sulla base di campagne di analisi) possono esser adoperati in condizioni particolari (emissioni di modesta entità, molto stabili).

Negli impianti di combustione con potenza termica nominale superiore a 300 MW, la misura delle concentrazioni di zolfo (SO_X), ossidi di azoto (NO_X), polveri (PM) si effettua con monitoraggio strumentale in continuo.
Per gli impianti con potenza termica nominale inferiore o pari a 300 MW le autorità competenti possono richiedere l'esecuzione in continuo per le medesime.

Criteri di monitoraggio delle emissioni di altri inquinanti in aria

Le emissioni delle sostanze non comprese nei punti precedenti possono essere monitorate con metodi discontinui. È opportuno che la frequenza di monitoraggio venga determinata sulla base della eventuale variabilità delle concentrazioni, in ogni caso la frequenza minima di monitoraggio suggeribile è semestrale.

I serbatoi di stoccaggio del fuel oil inviato alla combustione vengono sempre misurati e campionati (per specifiche finalità ambientali e fiscali come la tassazione sulle emissioni di zolfo) per ogni *batch* preparato per l'invio al consumo. Nel campionamento vengono anche determinate le concentrazioni dei principali metalli contenuti allo scopo di consentire il controllo ed il monitoraggio dei relativi limiti di emissione.

Nel caso specifico degli IPA, la lista dei singoli composti prevista dai DM ambiente 23 novembre 2001 e 26 aprile 2002 (registro delle emissioni), comprende i seguenti sei composti: Fluorantene, Benzo(b)fluorentene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Benzo(ghi)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene. Il Rapporto ISTISAN 97/35 "*Determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) Metodo gascromatografico*", recepito nell'ordinamento nazionale dal DM Ambiente 25 agosto 2000, comprende 11 composti tra i quali non sono compresi Fluorantene e Benzo(g,h,i)perilene che si consiglia, comunque, di determinare a fronte del campionamento effettuato. Ciò consentirà un'economia nell'utilizzo dei dati di

monitoraggio, sia al fine di verifica di conformità sia al fine di adempimento agli obblighi di comunicazione per la costituzione del registro delle emissioni.

Criteri di controllo e verifica della correttezza dei dati

Come già detto in altra parte di questo documento, le singole raffinerie possono utilizzare, in relazione alla propria specificità ed ai propri sistemi di gestione, specifiche procedure di determinazione, gestione, controllo e documentazione dei dati sulle emissioni.
Si ritiene in ogni caso che valgano le seguenti indicazioni di massima:

- la verifica della correttezza dei dati sui volumi degli effluenti gassosi non misurati in continuo, si effettua sulla base dell'applicazione delle formule ed indicazioni di cui ai paragrafi precedenti, relativamente ai quantitativi e al tipo di combustibile utilizzato;
- si effettuano campagne di misure al camino, contestualmente alle misure di consumo di combustibile per gli impianti di combustione e dei parametri chimico/fisici inclusi nelle correlazioni utilizzate nei metodi predittivi applicati (esempio FCCU, Claus, etc), per la verifica della correttezza dei dati relativi ai valori di concentrazione dei vari inquinanti, di ossigeno e di temperatura dei fumi. Ovvero:
  - nel caso di misurazioni in continuo, si utilizzano i risultati forniti dal sistema monitoraggio emissioni;
  - nei casi di misurazioni con metodi discontinui, con metodi predittivi (o con fattori di emissione), si utilizzano i risultati di periodiche campagne di misure, anche in presenza degli organi preposti al controllo ambientale.

  Le campagne di misure vengono effettuate con frequenza almeno semestrale.

Emissioni diffuse

Per la parte relativa alle emissioni diffuse il lettore è rimandato alle descrizioni contenute nel capitolo E, nelle quali, per completezza di trattazione, sono stati inclusi anche i criteri di monitoraggio.

Monitoraggio delle acque effluenti

Per le acque effluenti si adopera, solitamente, un monitoraggio discontinuo; nella seguente tabella si riporta la periodicità suggerita in ragione dei diversi inquinanti.

Inquinante	**Periodicità suggerita**
pH	giornaliera
Temperatura	giornaliera
Portata	mensile

Idrocarburi totali	giornaliera
Fenoli	giornaliera
Ammoniaca	giornaliera
Azoto Kjendal	mensile
Solidi sospesi	mensile
Carbonio organico totale TOC	mensile
COD	giornaliera
Arsenico (As) e composti	mensile
Cadmio (Cd) e composti	mensile
Cromo (Cr) e composti	mensile
Rame (Cu) e composti	mensile
Mercurio (Hg) e composti	mensile
Nichel (Ni) e composti	mensile
Piombo (Pb) e composti	mensile
Zinco (Zn) e composti	mensile
Composti organici alogenati (AOX)	mensile
Benzene, toluene, etilbenzene, xileni (BTEX)	mensile
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	mensile
Cloruri	mensile
Cianuri	mensile
Fluoruri	mensile

Monitoraggio delle falde

È opportuno che le raffinerie organizzino un piano di monitoraggio delle falde interessate dall'area degli impianti. Per l'applicazione delle MTD relative alla prevenzione della contaminazione dei suoli e falde si è già detto nella sezione H di questo documento.

Relativamente al monitoraggio delle falde, è possibile far riferimento alle prescrizioni contenute nei piani di caratterizzazione dei suoli ai sensi del decreto del Ministro dell'ambiente n. 471 del 1999.

K. DEFINIZIONE DEI CRITERI DI INDIVIDUAZIONE E UTILIZZAZIONE DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI

Considerazioni generali per la determinazione delle MTD

È bene qui riprendere la considerazione principale già esposta nel capitolo di descrizione delle MTD: si ritiene che sia necessario perseguire gli obiettivi ambientali ed i requisiti che saranno fissati nell'autorizzazione integrata ambientale ricorrendo prioritariamente all'adozione di tecniche di processo, che meglio corrispondono ai criteri di prevenzione, e solo secondariamente, per la quota parte non eliminabile con tecniche primarie, ricorrendo a sistemi di depurazione finale che, a fronte del beneficio ambientale connesso all'abbattimento degli inquinanti, potrebbero presentare numerose controindicazioni quali i maggiori consumi energetici (aumento CO_2), la produzione rifiuti (richiedenti trasporto e siti di smaltimento sul territorio), l'aumento delle acque reflue, gli spazi richiesti non sempre disponibili.

Inoltre, fermo restando che nel determinare le migliori tecniche disponibili si deve tener conto e far riferimento alla definizione di MTD indicata nell'allegato IV del decreto legislativo n. 372 del 1999, vengono qui di seguito riportate alcune considerazioni di carattere generale ritenute di ausilio per i gestori delle raffinerie e per le autorità competenti al rilascio della autorizzazione IPPC.

- Le raffinerie sono differenti nella loro configurazione, strategie di produzione e di mercato, complessità di processo, impianti di lavorazione, dimensioni, integrazioni fra le unità e prodotti in uscita dagli impianti. Inoltre le raffinerie si differenziano nella localizzazione, nell'età e nella diversa disponibilità di infrastrutture e di servizi locali ambientali (ad esempio siti di smaltimento ovvero incenerimento rifiuti). Pertanto, le varie tecniche di prevenzione e controllo, previste come MTD, devono essere intese come un insieme di possibilità e di opzioni e la loro scelta dovrà essere specifica per ogni singolo caso.
- Tra i vari aspetti ed obiettivi ambientali generali, da valutare in maniera integrata e specifica per ogni sito, i seguenti sono da ritenersi prioritari per le raffinerie:
  - aumento dell'efficienza energetica e conseguente riduzione di CO_2;
  - riduzione delle emissioni di ossidi di zolfo;
  - riduzione delle emissioni di ossidi di azoto;
  - riduzione delle emissioni di polveri;
  - riduzione delle emissioni di composti organici volatili;
  - riduzione delle emissioni nelle acque;
  - riduzione dei rifiuti e della contaminazione delle acque e dei suoli.
- Per perseguire un approccio integrato, è importante tener presente che l'integrazione riguarda sia gli aspetti ambientali all'interno di una singola unità, sia gli aspetti ambientali della raffineria nella sua globalità. Ad esempio se una raffineria decidesse di costruire una nuova unità o di sostituire un'unità esistente, le operazioni della nuova unità probabilmente influenzerebbero le operazioni di numerose (talvolta di tutte) altre unità all'interno della raffineria stessa e conseguentemente le prestazioni ambientali della raffineria nella sua globalità.

- Come già detto, nella scelta delle tecniche MTD si deve tener presente che potrebbe risultare molto difficile adottarne alcune (es. sostituire un processo con un altro) in impianti esistenti: è evidente, infatti, che il cambiamento dalla tecnica già in uso potrebbe comportare effetti ambientali ed economici (es. la dismissione dell'impianto o esistente o parte di esso) talmente significativi da controbilanciare negativamente i vantaggi ambientali ed economici dell'applicazione della nuova tecnica. L'applicazione di alcune MTD, di conseguenza, potrebbe risultare appropriata solo in occasione di rilevanti modifiche nuove installazioni; gli impianti esistenti possono inoltre avere scarse disponibilità di spazi, che impediscono la piena adozione di alcune tecniche. Una valutazione appropriata può essere fatta solo a livello locale o di sito.
- Sono molti i fattori (come i prodotti, il tipo di grezzo lavorato, il tipo di impianti, le problematiche ambientali nell'area di interesse) che influenzano a livello locale la decisione circa l'adozione di una certa tecnica di processo o di abbattimento dell'inquinamento. Analogamente, i costi per l'applicazione di una tecnica in un sito possono essere differenti rispetto ad un altro sito; perfino nella stessa località il costo per un'identica tecnica può ampiamente differire in base a specifiche situazioni (es. differenze nel layout del forno, indisponibilità di spazio).
- Nel valutare una tecnica è appropriato tener conto del concetto di costi-efficacia come un utile strumento di riferimento (es. i costi per ridurre di una tonnellata all'anno le emissioni di SO_X) per confrontare tecniche alternative che possono raggiungere analoghi livelli di prevenzione e controllo dell'inquinamento; per un impianto esistente, le cui prestazioni ambientali risultano già prossime a quelle attese con l'utilizzo delle MTD, è appropriato considerare il margine aggiuntivo costi-efficacia dell'attuazione di una nuova tecnica al fine di raggiungere il livello delle MTD.

Un possibile approccio per la valutazione delle MTD di raffineria.

Una possibile sequenza di attività per la definizione, da parte del gestore, delle MTD applicabili alla raffineria viene riportata nel seguito.

1. Identificare tutti i combustibili utilizzati in raffineria.
2. Identificare e quantificare le emissioni provenienti da tutte le varie sorgenti di raffineria, includendo sia le emissioni provenienti dalla combustione dei vari combustibili, sia quelle provenienti dalle singole unità di processo. Ciò al fine di definire la bolla totale, ma anche di valutare tutte le fonti di emissione ed il loro contributo in ogni specifico caso.
3. Selezionare tra le differenti possibili tecniche MTD (descritte nelle sezioni generali e specifiche di questa linea guida) quelle che consentono di raggiungere le prestazioni ambientali identificate dal gestore, sulla base della configurazione produttiva ed impiantistica della raffineria.
4. Selezionare le differenti possibili MTD, che conducono al livello di prestazioni attese, considerando:
   - la normativa vigente;

- le reali necessità ambientali, in particolare locali, nella zona di interesse;
- le limitazioni relative alla fattibilità tecnica e di spazio;
- l'esigenza di privilegiare le MTD primarie (perseguendo la prevenzione) rispetto a quelle secondarie (effettuando la depurazione solo per la parte residuale non eliminabile dal processo) ;
- i possibili effetti trasversali (consumo addizionale di energia, produzione di rifiuti e acqua di scarico, aumento dei residui/rifiuti di produzione, etc);
- le valutazioni costi - benefici o costi - efficacia.

L. GLOSSARIO

Additivi — Sostanze che vengono aggiunte a lavorazioni o prodotti per migliorarne le caratteristiche.

Aromatici — Composti organici che hanno nella loro formula uno o più anelli benzenici. Sono già presenti nel grezzo e in parte si formano in alcuni processi di raffinazione. Sono fondamentali per garantire le caratteristiche ottaniche richieste dai motori delle auto.

Audit — Strumento della gestione ambientale, di sicurezza e salute, utilizzato secondo una specifica procedura, che ha lo scopo di verificarne l'efficienza di organizzazione, il raggiungimento degli obiettivi fissati e l'individuazione di eventuali azioni correttive.

Autocontrollo (*automonitoraggio*) — Monitoraggio eseguito dal gestore in accordo con il piano di controllo stabilito nella/e autorizzazione/i. Può includere il monitoraggio delle emissioni, dei parametri di processo e degli impatti sull'ambiente recettore. I gestori possono anche affidare il loro autocontrollo ad un soggetto esterno.

Autorità competente — Si intende qui competente per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale, la medesima autorità statale competente al rilascio del provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale ai sensi della vigente normativa o l'autorità individuata dalla regione, tenuto conto dell'esigenza di definire un unico procedimento per il rilascio dell'autorizzazione integrata ambientale.

Autorità di controllo — È in generale l'autorità competente per l'effettuazione dei controlli ambientali ovvero le agenzie regionali e provinciali per la protezione dell'ambiente incaricate dall'autorità competente, ove previsto, di accertare la corretta esecuzione del piano di controllo e la conformità dell'impianto alle prescrizioni contenute nell'AIA.

Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) (*permesso*) — Una decisione scritta (o più decisioni) o parte di essa che contiene l'autorizzazione a gestire tutto o una parte dell'impianto, fissando le condizioni che garantiscono che l'impianto sia conforme ai requisiti della Direttiva 96/61/CE. Una autorizzazione/permesso può coprire uno o più impianti o parti di impianti nello stesso sito gestiti dallo stesso operatore.

Barile — Misura standard nell'industria petrolifera. Un barile di olio equivale a circa 0,158 m^3

BAT — Best Available Techniques

Benzene — Idrocarburo appartenente alla famiglia degli aromatici; sostanza cancerogena presente nel grezzo e che si forma anche durante alcune operazioni unitarie di raffineria.

Blowdown	Sistemi utilizzati per separare scarichi liquidi e vapori da varie unità di processo di raffineria e apparecchiature.
BOD (Biological Oxygen Demand)	Misura dell'inquinamento organico. Indica la quantità di ossigeno utilizzato dai microrganismi per unità di volume di acqua ad una data temperatura per un dato tempo.
Bolla di raffineria	Rapporto ponderato tra la sommatoria delle masse inquinanti emesse e quella dei volumi di effluenti gassosi dell'intera raffineria.
BRef	BAT Reference Document
Capacità di conversione	Capacità complessiva dell'insieme degli impianti dedicati al miglioramento delle qualità e delle rese dei distillati medi e leggeri. Si esprime in unità equivalenti di cracking catalitico.
Capacità di distillazione primaria	Capacità degli impianti che effettuano la prima operazione di raffinazione del grezzo a pressione atmosferica.
Capacità effettiva	Si intende la capacità di distillazione primaria, definita "tecnico bilanciata", supportata da impianti di lavorazione secondaria adeguati alla produzione di benzine e gasoli secondo specifica.
Catalizzatore	Ha il compito di aumentare la velocità di una reazione chimica. Non compare tra i prodotti di reazione. Con l'uso prolungato perde la sua attività e deve essere rigenerato o sostituito.
CO (monossido di carbonio)	È un gas che si produce da una combustione che avviene in carenza di ossigeno. È tossico per l'uomo in quanto si lega all'emoglobina del sangue in modo irreversibile al posto delle molecole di ossigeno.
CO_2 (anidride carbonica)	È un gas che si produce dalla combustione di materiale organico. È costituente fondamentale del ciclo vegetale (fotosintesi clorofilliana). È trasparente alla luce solare e assorbe le radiazioni infrarosse emesse dalla superficie terrestre (effetto serra).
COD (Chemical Oxygen Demand)	È l'indice della quantità di sostanza organica e inorganica presente negli scarichi idrici e quindi del loro potenziale inquinamento.
Cogenerazione	È la produzione combinata di energia elettrica e vapore.
Combustione	È la reazione di sostanze organiche che avviene in presenza di ossigeno che ha come prodotti di reazione principalmente ossidi di carbonio, acqua e calore.
Conversione	È l'insieme delle operazioni chimiche che hanno lo scopo di cambiare le proprietà e le rese delle frazioni petrolifere.
Desolforazione	È il trattamento delle frazioni gassose che consiste nell'estrazione dei composti solforati a carattere acido (acido solfidrico e mercaptani).

EMAS	Eco Management and Audit Scheme.
Emissione	È' il risultato dell'immissione nell'ambiente di inquinanti a seguito di attività umane.
Emissione convogliata	Avviene attraverso camini allo scopo di facilitarne la dispersione in aria.
Emissione fuggitiva	E' costituita da tutte le emissioni non canalizzate, che possono essere continue o discontinue e che si possono presentare sotto forma di polveri, vapori, gas, aeriformi in genere. E' prodotta in modo involontario da perdite per evaporazione di componenti degli impianti di lavorazione o dai serbatoi di stoccaggio.
EPER	European Pollutant Emission Register.
FOE	Fuel Oil Equivalent: potere calorifico di un barile standard di olio combustibile; equivalente a $6,05*10^6$ BTU (potere calorifico inferiore).
Gestore *(esercente)*	Qualsiasi persona fisica o giuridica che detiene o gestisce l'impianto.
GPL	Gas di petrolio liquefatto: miscela di idrocarburi cosituita prevalentemente da butano e propano, presenti allo stato liquido o gassoso in relazione alla temperatura e pressione.
Hydrotreating	Processo di raffineria utilizzato per rimuovere contaminanti (specificatamente, zolfo, azoto, ossigeno, alogenuri e/o tracce di metalli). Tipicamente, la frazione petrolifera viene fatta reagire con idrogeno in presenza di catalizzatore per produrre H2S, NH3, idrocarburi saturi e metalli.
IGCC	Integrated Gasification Combinated Cycle: impianto che permette la produzione di un gas di sintesi dagli idrocarburi pesanti di raffineria e la successiva produzione combinata di energia elettrica e calore.
Impianto	Unità tecnica permanente dove vengono svolte una o più attività elencate nell'Allegato I della Direttiva IPPC, e ogni altra attività direttamente associata che abbia una relazione tecnica con le attività intraprese in quel sito e che potrebbe avere conseguenze sulle emissioni e sull'inquinamento.
INES	Inventario nazionale delle emissioni e delle loro sorgenti (è la versione italiana dell'EPER).
IPA	Idrocarburi Policiclici Aromatici.
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control.
Lavorato	Materia prima in ingresso ad una raffineria; comprende grezzi, semilavorati ed additivi.

Monitoraggio	Controllo sistematico delle variazioni di una specifica caratteristica chimica o fisica di un'emissione, scarico, consumo, parametro equivalente o misura tecnica ecc. Ciò si basa su misurazioni e osservazioni ripetute con una frequenza appropriata, in accordo con procedure documentate e stabilite, con lo scopo di fornire informazioni utili.
MTD	Migliore tecnica disponibile
NO_X (ossidi di azoto)	Sono composti gassosi costituiti da azoto e ossigeno. In atmosfera fanno parte dei precursori dello smog fotochimico e dopo l'SO_2 sono i principali responsabili delle piogge acide.
Numero di ottano	È l'indice della resistenza alla detonazione di un carburante per motori a scoppio. Per definirlo si fa riferimento ad una scala in cui convenzionalmente lo zero è stato attribuito al n-eptano, idrocarburo molto detonante, e il valore 100 all'isottano, poco detonante. Il numero di ottano delle benzine è fissato in relazione alla tecnica costruttiva dei motori e per minimizzare i consumi energetici complessivi.
Piano di controllo	È l'insieme di azioni svolte dal gestore e dall'Autorità di controllo che consentono di effettuare, nelle diverse fasi della vita di un impianto o di uno stabilimento, un efficace monitoraggio degli aspetti ambientali dell'attività costituiti dalle emissioni nell'ambiente e dagli impatti sui corpi recettori, assicurando la base conoscitiva che consente in primo luogo la verifica della sua conformità ai requisiti previsti nella/e autorizzazione/i.
pour point	La più bassa temperatura alla quale un dato grezzo o un dato prodotto perolifero fluisce come liquido.
PST (Particolato Sospeso Totale)	È costituito da particelle solide in sospensione in aria. Per la maggior parte è materiale carbonioso incombusto che può adsorbire sulla sua superficie composti di varia natura. La frazione di particolato più fine (PM_{10}) con diametro aerodinamico inferiore a 10 μm può essere inalato ed arrivare ai polmoni diventando potenzialmente pericoloso per la salute umana.
ppm (parti per milione)	Unità di misura utilizzata per le concentrazioni di sostanze all'interno di miscele. Le parti possono essere intese in volume o in peso.
Semilavorati	Prodotti intermedi derivanti dal processo di raffinazione del grezzo che richiedono ulteriori trattamenti per la trasformazione in prodotti finiti.
SGA	Sistema di Gestione Ambientale
Sistema di monitoraggio delle emissioni (SME)	Sistema per la misura delle grandezze, relative alle emissioni, in grado di espletare le seguenti funzioni: campionamento ed analisi, acquisizione, validazione, elaborazione automatica ed archiviazione dei dati.

Sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni (SMCE)	È un sistema di monitoraggio delle emissioni che opera in continuo.
SNOX	Impianto di depurazione degli inquinanti che abbatte simultaneamente SO_2 NO_X e polveri.
SO_2 (anidride solforosa)	È un gas che viene rilasciato durante la combustione di combustibili fossili contenenti zolfo. In aria è uno dei principali responsabili delle piogge acide che, in terreni poco ricchi di basi, come nel nord Europa, possono causare danni all'ecosistema.
SST	Solidi Sospesi Totali: materiale solido finemente suddiviso in sospensione in acqua.
Stabilimento (*sito*)	Tutta l'area sottoposta al controllo di un gestore, nella quale sono presenti uno o più impianti, comprese le infrastrutture o le attività comuni o connesse.
Standard di qualità dell'aria	Valore di concentrazione di un inquinante nell'aria al di sotto del quale la popolazione generale è sufficientemente protetta. Costituiscono il riferimento per fissare i valori limite alle emissioni di sostanze inquinanti prodotte dall'uomo.
tar	Residui pesanti della lavorazione del grezzo, sostanzialmente bituminosi e solidi a temperatura ambiente, con caratteristiche diverse dagli oli densi commerciali, molto più leggeri che devono rispettare limiti merceologici e doganali (come densità e viscosità) molto restrittivi.
TBP	True Boiling Point: metodologia standard di caratterizzazione delle frazioni petrolifere in funzione della temperatura di ebollizione.
tep	Tonnellata equivalente di petrolio: unità di misura universale di energia; si usa per paragonare tra loro quantità di energia diverse, come quelle che si ottengono da petrolio, carbone, gas, etc. Per definizione un tep equivale a 11628 kWh.
Tossicità	Capacità intrinseca di una sostanza di produrre un danno su un essere vivente venendo a contatto con un punto sensibile del corpo. Varia molto, per gli stessi materiali, a seconda delle vie di accesso all'organismo e della durata o del numero di esposizioni.
Trattamento	È l'insieme delle operazioni che servono ad eliminare sia le impurità presenti originariamente nel grezzo che quelle prodotte durante li processi di raffinazione.
VOC (Composti Organici Volatili)	Sono la frazione più leggera degli idrocarburi che compongono i combustibili. Comprendono sostanze con numero di atomi di carbonio da 4 a 8 (tra cui il benzene). Sono emessi nell'ambiente principalmente per evaporazione.
Zolfo	È presente nel grezzo soprattutto sotto forma di zolfo elementare, composti organici come tiofene e nonilmercaptano. Combustibili di alta qualità hanno basso contenuto di zolfo per cui si tende ad eliminarlo nei processi di raffinazione (vedi desolforazione). Lo zolfo recuperato come tale viene poi venduto all'industria chimica.

APPENDICE –ESEMPI DI VALUTAZIONE ECONOMICA DI TECNICHE AMBIENTALI ATTRAVERSO ANALISI COSTI EFFICACIA

Come più volte menzionato in questo documento uno degli elementi importanti, da considerare durante il processo di valutazione, selezione e scelta delle differenti possibili opzioni MTD (o combinazioni di esse), è l'aspetto economico ovvero il costo-efficacia relativo all'adozione di tecniche (sia tecnologie impiantistiche che tecniche procedurali) per ridurre specifici contaminanti e raggiungere specifici obiettivi ambientali.

Generalmente per costo-efficacia (o efficacia del costo) si intende il costo per ottenere una determinata percentuale di riduzione di emissioni o il costo per tonnellata di emissioni ridotte.

I differenti valori di costo-efficacia calcolati per le varie MTD per raggiungere differenti ipotizzabili obiettivi di riduzione emissioni vanno quindi esaminati e valutati allo scopo di identificare e selezionare fra essi quello ritenuto più appropriato nel contesto delle specifiche esigenze di qualità ambientale locali, tenendo ovviamente presente l'entità del contributo emissivo della raffineria rispetto a quello totale generato da altre sorgenti fisse o mobili esterne alla raffineria stessa. Ne consegue che il valore di costo-efficacia da ritenersi più appropriato, e quindi la corrispondente MTD che si propone di adottare, vengono determinati su base sito specifica.

Considerazioni di base per la valutazione dei costi-efficacia delle MTD

1. Calcolo del costo totale di installazione di una tecnica

Il costo di una MTD, per essere rappresentativo e paragonabile con il costo di altre MTD, deve essere comprensivo ed includere sia i fattori relativi al capitale (investimento) sia quelli relativi alle spese di installazione associate.
Spesso, nel determinare il costo per l'adozione di una tecnica risulta facile selezionare quella che, a prima vista, appare essere appropriata al raggiungimento delle prestazioni ambientali considerate e quindi se ne richiede la quotazione di costo al fornitore. Questo approccio speditivo tuttavia, sebbene semplice ed immediato, conduce a conclusioni largamente inaccurate in quanto non riflette il reale costo totale di installazione.
La quotazione di costo indicata dal venditore, infatti, include tipicamente solo il costo delle attrezzature fornite che in molti casi rappresentano una piccola frazione di tutti i materiali addizionali necessari all'esecuzione del progetto, come strumentazione, tubazioni, contenitori, e così via. Al costo totale diretto di tutti i materiali vanno inoltre aggiunti i costi indiretti di ingegneria associati alla progettazione, supervisione e ispezioni che spesso possono avere la stessa entità delle attrezzature fornite. Anche alcune notevoli spese indirette vengono talvolta ignorate o sottostimate, come ad esempio la rilocazione di attrezzature esistenti, rimozione o ampliamento del sistema fognario, indagini geologiche, pavimentazioni, sviluppo di nuovi disegni, diagrammi di processo e strumentazione, modifica di tubazioni esistenti, pompe, compressori.

L'analisi e la valutazione delle spese indirette è particolarmente importante per le raffinerie e gli impianti esistenti, in quanto la modifica o introduzione (retrofitting) di

nuove tecnologie richiede quasi sempre disponibilità di spazio, collegamenti ai processi esistenti e/o costruzioni in aree già congestionate da altre attrezzature.

In sintesi al costo totale di installazione di una tecnica contribuiscono, come noto:

- I costi diretti di tutte le apparecchiature, catalizzatori e prodotti chimici necessari al progetto.
- I costi di costruzione, contrattori, opere temporanee (esempio ponteggi), strade, connessioni, illuminazione, pitturazioni, coibentazioni, etc.
- I costi indiretti di ingegneria, supervisione ed ispezioni.
- Le spese come smantellamenti, rilocazioni, bonifica delle attrezzature esistenti, ecc

Si noti infine che tanto più complessa e costosa è la tecnica considerata, tanto più articolata e dettagliata dovrebbe essere l'analisi economica che la sostiene.

Tecniche di controllo differenti possono presentare notevolissime variazioni della distribuzione dei costi fra spese capitali e spese operative di esercizio. Alcune tecniche presentano costi elevati inizialmente, ma basse spese operative in fasi successive. Viceversa altre tecniche richiedono bassi costi capitali iniziali, ma richiedono elevati costi operativi di esercizio, come manodopera, energia, manutenzione, prodotti chimici, trasporto e smaltimento rifiuti, trattamento reflui etc. Molte di queste implicazioni vengono generalmente considerate come effetti trasversali collaterali, ma dovrebbero anche essere considerate come implicazioni economiche e produttive.

2. *Calcolo dell'efficacia dei costi di adozione di una tecnica (caso ipotetico)*

L'efficacia dei costi per l'adozione di specifiche MTD viene tipicamente determinata in relazione ad un caso base (situazione di controllo iniziale) che viene utilizzato come riferimento di partenza per il calcolo. La maggior parte degli studi sulle tecniche ambientali assumono come riferimento di partenza un'operazione "baseline" non controllata. In questo caso, l'efficacia dei costi di una tecnica viene calcolata semplicemente dividendo il suo costo per la riduzione delle emissioni ottenibili. La tabella seguente mostra una serie di ipotetiche tecniche in grado di raggiungere differenti percentuali di riduzione di emissioni. Ad esempio, la tecnica C fornirebbe una riduzione del 50% con un costo di 2000k€, mentre la tecnica G fornirebbe il 99% di riduzione per 12000k€.

Tecnologia	Percentuale di riduzione (%)	Emissioni restanti (t)	Costo della tecnica per una nuova installazione (k€)
A	0	10000	0
B	20	8000	1000
C	50	5000	2000
D	60	4000	3000
E	90	1000	4500
F	95	500	7000
G	99	100	12000

Esempio di costo di tecniche di riduzione per una nuova installazione, riduzione delle emissioni ottenibili ed emissioni rimanenti dopo l'applicazione della tecnica.

Spesso, tuttavia, a seguito di normative e/o di politiche aziendali, esistono molte situazioni in cui vengono già adottati livelli di controllo ambientali, talvolta anche all'interno di specifiche aree. In questi casi, il costo per il raggiungimento di un determinato obiettivo di riduzione delle emissioni, partendo da una situazione di controllo ambientale avanzata, risulta significativamente aumentato rispetto agli iniziali valori di efficacia dei costi determinata rispetto alla "baseline" non controllata.

Ad esempio, con riferimento alla tabella precedente, se la tecnica C è già adottata, la riduzione incrementale di emissioni per passare alla tecnica G sarebbe di 4900 tonnellate. Il costo di adozione della tecnica G diviene quindi 2.45 k€/t (12000 k€/4900 tonnellate di riduzione) per le riduzioni incrementali di emissioni, piuttosto che 1.21 k€/t (12000k€/9900 tonnellate di riduzione) quando si passa a un controllo del 99% (100 tonnellate) a partire dallo 0% (10000 tonnellate) di controllo.
Se si dovesse passare sempre alla tecnica G in un'area dov'era invece già adottata la tecnica E, il costo incrementale sarebbe di 13.3 k€/t (12000 k€/900 tonnellate di riduzione).

Nei due esempi descritti si assume un obiettivo di raggiungimento di una situazione finale G che preveda un controllo delle emissioni del 99%, ipotizzando che la tecnica precedentemente adottata sia totalmente da sostituire. Il costo effettivo per raggiungere un livello del 99% in queste situazioni, se fatto in modo incrementale, risulterebbe il costo di adozione delle tecniche C+E+G per ottenere una riduzione del 99%.

La tabella seguente mostra il costo di applicazione di varie tecniche partendo da differenti livelli di controllo esistenti.

Obiettivo di controllo	Livello attuale di controllo					
	0%	**20%**	**50%**	**60%**	**90%**	**95%**
20%	0.5	-	-	-	-	-
50%	0.4	0.67	-	-	-	-
60%	0.5	0.75	3	-	-	-
90%	0.5	0.64	1.12	1.5	-	-
95%	0.74	0.93	1.55	2	14	-
99%	1.21	1.52	2.45	3.07	13.3	30

Efficacia dei costi (k€/t ridotte) a partire da differenti percentuali di riduzione esistenti, ipotizzando che la precedente tecnologia sia da sostituire (sostituzione al 100%).

Informazioni ed esempi relativi all'efficacia dei costi di adozione di tecniche ambientali

Gli esempi riportati qui di seguito sono stati estratti dal BRef e sono forniti a titolo informativo, non come base dei reali costi-efficacia i quali dipendono dalle specifiche situazioni locali.
Le tabelle successive mostrano alcuni dati relativi al costo efficacia di unità di recupero dello zolfo (SRU) e di alcune tecniche di controllo dei NO_X.

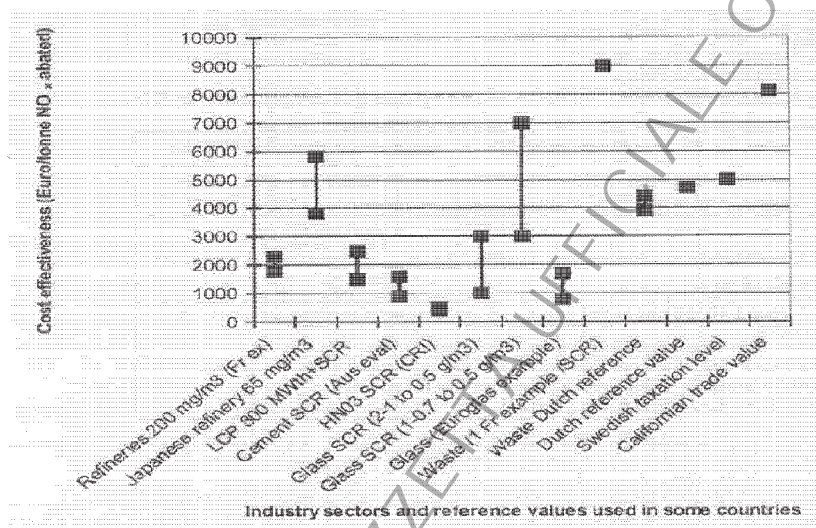
1. Esempio di efficacia dei costi per l'installazione di unità di recupero zolfo (SRU)

Tecnica	Efficacia dei costi (1) €/t SO_2	Efficacia dei costi (2) €/t SO_2
Terzo reattore		32
Scot indipendente	321-538	32
Rigeneratore comune Scot a cascata		32
Super Claus	155-228	32-161
Super Claus + Stadio Claus		32-160
Clauspol	198-330	32
Sulfreen	174-288	32-160
Idro-sulfreen	253-417	32-160
Assorbimento "real cold" CBA/AMOCO	169-300	-

(1) [268, TWG,2001]
I calcoli, per questa colonna, sono stati effettuati basandosi sulle seguenti ipotesi:
- I costi TGTU includono le tasse di concessione, il catalizzatore e i primi carichi chimici. Gli investimenti sono considerati finanziati da un prestito interamente rimborsabile, su una base decennale, con un interesse annuo del 6%.
- La durata del catalizzatore è assunta di tre anni (parte dei costi operativi). L'investimento connesso ogni tre anni è finanziato da un prestito interamente rimborsabile, su una base decennale, con un interesse annuo del 6%.
- Il make-up di prodotto chimico e solvente (parte dei costi operativi) è stato calcolato su una base annuale come spesa in contanti.
- Il consumo e la produzione delle utilities, come anche i costi della manodopera di supervisione, sono stati considerati costanti nel tempo.
- Il prezzo di vendita dello zolfo è stato considerato costante nel tempo.

(2) [115, CONCAWE, 1999]
L'impianto Claus ha una capacità di 30000 t/anno di produzione di zolfo (efficienza di recupero dello zolfo del 94-96% per un'unità a due stadi), un volume di gas trattato di 60 milioni m^3/anno, e una concentrazione iniziale di emissione inquinante di 34000 mg SO_2/m^3.

2. *Variabilità dei costi efficacia in differenti settori industriali*

Il grafico seguente mette in evidenza le notevoli variabilità (conseguenti alle varie specificità impiantistiche ed esigenze di qualità ambientale locali) dei costi-efficacia, per ridurre una tonnellata di NO_X, in differenti settori industriali e mostra alcuni valori di riferimento utilizzati in alcuni paesi [248, Ademe, 2001].

3. *Riduzione di NO_X per forni e caldaie che bruciano miscele di gas di raffineria*

Base: 100 GJ/ora di installazione
Retrofit di un'unità esistente
Combustione di miscela di gas della raffineria
Emissioni di NO_X non controllate di 150 ppm al 3% di ossigeno (300 mg/Nm^3)

	Ricircolazione fumi + bruciatori Low NO_X	**Bruciatori Ultra Low NO_X**	**SNCR**	**SCR**	**Bruciatore Ultra Low NO_X più SCR**
% riduzione NO_X	70	75	60	90	90+
Efficacia dei costi, €/t di NO_X rimosso (incluso costo del capitale al 15%)	2000-4300 (i)	650 (ii) 600-700 (iii) 1700-5000 (iv)	2000-2500 (iii) 1800-4300 (iv)	8300-9800 (iii) 12000 (i) 4200-9000 (iv)	9100-10500 (iii) 9000 (i)
In questa analisi sono stati utilizzati il tasso di cambio di 1 Euro = 1.25 dollari americani e l'indicizzazione dei costi di capitale ed operativi del 4% all'anno.					

4. Riduzione di NO_X per forni e caldaie che bruciano olio combustibile residuo

Base: 100 GJ/ora di installazione
Retrofit di unità esistente
Combustione di olio combustibile tipo residuo
Emissioni di NO_X non controllate di 250 ppm al 3% di ossigeno (500 mg/Nm^3)

	Caldaie			**Forni**
	Bruciatori Low NO_X(v)	**SNCR**	**SCR**	**Bruciatori Low NO_X** (1)
% riduzione NO_X	40	60	75	40
Efficacia dei costi, €/t di NO_X rimosso (incluso costo del capitale al 15%)	500-1800	1500-2800 1500-4300(vi)	5000-8000 4500-10200(vi)	500-1800
In questa valutazione sono stati utilizzati il tasso di cambio di 1 Euro = 1.25 dollari americani e l'indicizzazione dei costi di capitale ed operativi del 4% all'anno.				

5. Riduzione di NO_X per turbine a gas che bruciano gas naturale o miscele di gas di raffineria

Base: Turbina di 85MW (produzione elettrica) che brucia gas naturale o miscele di gas di raffineria
Emissioni di NO_X non controllate di 250 ppm al 15% di ossigeno (350 g/GJ)

	Bruciatori Dry Low NO_X Gas naturale	**Iniezione di vapore Gas raff.**	**SCR Gas raff.**	**Iniezione di vapore + SCR Gas raff.**	**Bruciatori Dry Low NOx+SCR Gas raff.**
% riduzione NO_X	90	80-90	90	98-99	98
Efficacia dei costi, €/t di NO_X rimosso (incluso costo del capitale al 15%)	350 (vii)	1500 (vii)	1700-8000(viii)	3800 (ix) 3600 (viii)	7600 (x)
In questa valutazione, sono stati utilizzati il tasso di cambio di 1 Euro = 1.25 dollari americani e l'indicizzazione dei costi di capitale ed operativi del 4% all'anno.					

6. Controllo di NO_X per le unità di cracking catalitico a letto fluido (FCCU)

Base: FCCU di 30 k bbl/giorno con CO Boiler
800 mg/Nm^3 di emissioni di NO_X non controllate[xi]

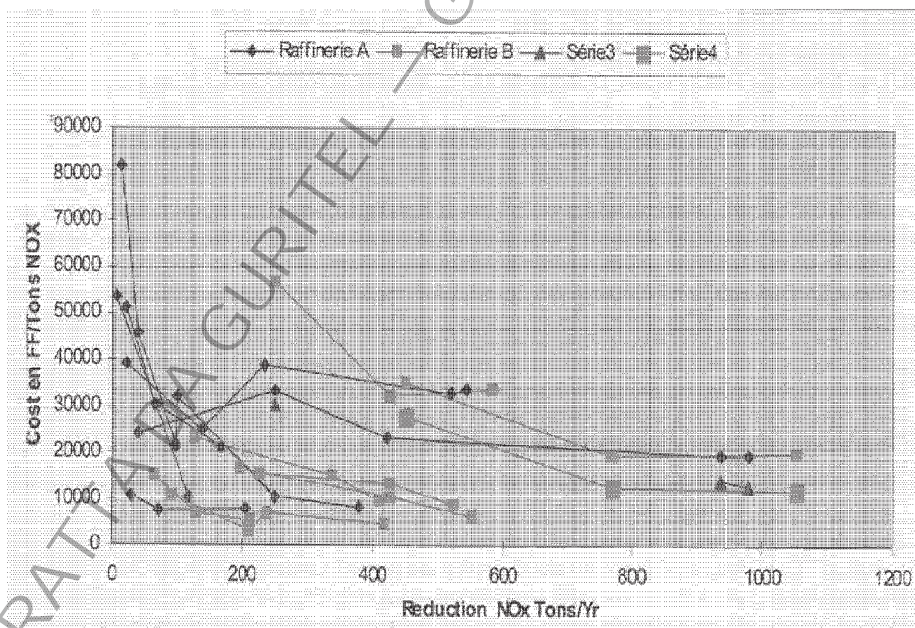
	SNCR	**SCR**	**Idrotrattamento della carica impianto FCCU**
% riduzione NO_X	60	85	Sino a 85
Efficacia dei costi, €/t di NO_x rimosso (incluso costo del capitale al 15%)	1900	2800-3300	28000 [xii]
In questa valutazione, sono stati utilizzati il tasso di cambio di 1 Euro = 1.25 dollari americani e l'indicizzazione dei costi di capitale ed operativi del 4% all'anno.			

7. Efficacia dei costi di alcune tecniche di riduzione di NO_X applicate in raffinerie USA

	Bruciatori Low NO_x (LNB)	**SCR**	**SNCR**
Efficacia dei costi (€/t di NO_x rimosso)	1260-4500	6300-21600 (per forni e caldaie) Approssimativamente 5940 per FCCU descritto nel rapporto	2070-6030 (per forni)

Studio di applicabilità di tecniche di controllo dei NO_X in due diverse raffinerie

Uno studio effettuato da una società di ingegneria e finanziato da ADEME/Ministero dell'Ambiente e Federazione Francese del Petrolio, ha analizzato i costi per l' adozione delle MTD per la riduzione di NO_X, tramite "retrofitting" su due raffinerie esistenti.
Per entrambe le raffinerie sono state esaminate tutte le principali unità esistenti (sorgenti di emissione) che concorrono globalmente, in ogni raffineria, a più dell'80% delle emissioni di NO_X generate da forni, caldaie, rigeneratore, ecc. Le MTD considerate (Low NO_X burners, ricircolazione fumi, SCR, SNCR) sono state valutate singolarmente, unità per unità, tenendo conto dei relativi aspetti tecnici, economici e di manutenzione.

Lo studio riporta alcuni grafici riassuntivi che mettono in evidenza che all'interno di ogni raffineria l'adozione di una determinata MTD (o combinazione di esse) comporterebbe problematiche di applicabilità, efficienza di riduzione emissioni, costo di installazione e quindi costo-efficacia diversi da unità a unità.
In sintesi si evidenzia una notevole variazione di costo tra differenti unità, per varie tecniche e con differenti impatti sulle riduzioni globali di emissioni di NO_X in tutte e due le raffinerie.
Si può concludere che l'approccio ottimale è quello di considerare l'applicazione delle MTD su base globale (bolla) di raffineria e non per singola unità, con adozione delle MTD sulle unità ove si ottiene il miglior costo-efficacia ed il miglior impatto di riduzione NO_X.

Efficienza variabile e costo per il retrofitting delle unità esistenti (FF/t di NO_x ridotto)

Nello studio vengono anche presentati scenari combinati dell'applicabilità potenziale delle MTD per entrambe le raffinerie e per obiettivi ambientali simili basati su una concentrazione totale di bolla di NO_X. L'impatto dei costi è differente per ogni

raffineria, a seguito delle diverse problematiche di modifiche da effettuare per il retrofitting e varia crescendo notevolmente in base agli obiettivi ambientali da raggiungere.
Lo studio conclude che la fattibilità tecnica e le considerazioni economiche sono fattori da tenere nella massima considerazione durante il processo di valutazione dei livelli di emissioni associati alle MTD da proporre. Ciò in considerazione della complessità del retrofitting dovuta alla differenza nelle attuali raffinerie esistenti.

Raffineria A	**Obiettivi**	**400 mg/Nm³**	**300 mg/Nm³**	**200 mg/Nm³**
Investimento	kEuro	3000	6800	13000
Costo annuale	kEuro	1070	2150	4150
Costo/t di NO_x ridotte/anno	Euro	1170	1680	1860
	Tecniche	LNB-SNCR	LNB-1 SCR	LNB-3 SCR

Raffineria B	**Obiettivi**	**400 mg/Nm³**	**300 mg/Nm³**	**200 mg/Nm³**
Investimento	kEuro	3800	8620	17900
Costo annuale	kEuro	930	2600	5350
Costo/t di NO_x ridotte/anno	Euro	1100	1770	2350
	Tecniche	LNB-Ricircolazione	Ricombustione-SCR	SCR con scambio

(i)Studi proprietary dell'industria.
(ii) US EPA RBLC clearinghouse listing e California Air Resources Board BACT listing. Questi elenchi forniscono i livelli di emissione consentiti nei permessi rilasciati negli Stati Uniti o nello stato della California per tecniche alternative di controllo per conformarsi a RACT, BACT e LEAR. Gli elenchi si riferiscono al periodo sino al 1996.
(iii) Documento relativo alle tecniche alternative di controllo - Controllo delle emissioni di NO_X derivanti dai forni di processo, U.S., EPA-453/R-93-015, Febbraio, 1993.
(iv) CONCAWE Member Company Information
(v) ULNB non sono disponibili per i forni e le caldaie a fuel oil.

(vi) California Clean Air Act Guidance, Determinazione di RACT e BARCT (Best Available Retrofit Control Technology), California Air Resources Board, Luglio 1991.
(vii) Documento "Alternative Control Techniques -NO_X emissions from stationary gas turbines" U.S. Ente di Protezione Ambientale, EPA-453/R-93-007, Gennaio, 1993.
(viii) Studi proprietary dell'industria.
(ix) Costi derivanti dal riferimento sopra (1), relativo solo alla riduzione di NO_X ottenibile con SCR. Ingresso di NO_X al SCR, in uscita (a valle) di bruciatori Low NO_X di 25 ppm.

(x) I bruciatori Dry Low NO_X non sono disponibili per gas di raffineria contenenti più del 5-10% di idrogeno.
(xi) Rimozione di NO_X dai fumi del rigeneratore del FCCU. Documento "Refining PTQ 1997 Spring. Analisi dell'installazione di SCR nella raffineria di Scanraff, Lysekil, Svezia."

(xii) Addebita tutti i costi di idrotrattamento della carica FCCU al controllo di NO_X.

07A04480

AUGUSTA IANNINI, *direttore* FRANCESCO NOCITA, *redattore*

(G703118/1) Roma, 2007 - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A. - S.

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

CANONI DI ABBONAMENTO ANNO 2007 (salvo conguaglio) (*)

GAZZETTA UFFICIALE - PARTE I (legislativa)

Tipo	Descrizione		CANONE DI ABBONAMENTO
Tipo A	Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi tutti i supplementi ordinari:		
	(di cui spese di spedizione € 257,04)	- annuale	€ **438,00**
	(di cui spese di spedizione € 128,52)	- semestrale	€ **239,00**
Tipo A1	Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi i soli supplementi ordinari contenenti i provvedimenti legislativi:		
	(di cui spese di spedizione € 132,57)	- annuale	€ **309,00**
	(di cui spese di spedizione € 66,28)	- semestrale	€ **167,00**
Tipo B	Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti dei giudizi davanti alla Corte Costituzionale:		
	(di cui spese di spedizione € 19,29)	- annuale	€ **68,00**
	(di cui spese di spedizione € 9,64)	- semestrale	€ **43,00**
Tipo C	Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti della CE:		
	(di cui spese di spedizione € 41,27)	- annuale	€ **168,00**
	(di cui spese di spedizione € 20,63)	- semestrale	€ **91,00**
Tipo D	Abbonamento ai fascicoli della serie destinata alle leggi e regolamenti regionali:		
	(di cui spese di spedizione € 15,31)	- annuale	€ **65,00**
	(di cui spese di spedizione € 7,65)	- semestrale	€ **40,00**
Tipo E	Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata ai concorsi indetti dallo Stato e dalle altre pubbliche amministrazioni:		
	(di cui spese di spedizione € 50,02)	- annuale	€ **167,00**
	(di cui spese di spedizione € 25,01)	- semestrale	€ **90,00**
Tipo F	Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi tutti i supplementi ordinari, ed ai fascicoli delle quattro serie speciali:		
	(di cui spese di spedizione € 383,93)	- annuale	€ **819,00**
	(di cui spese di spedizione € 191,46)	- semestrale	€ **431,00**
Tipo F1	Abbonamento ai fascicoli della serie generale inclusi i supplementi ordinari con i provvedimenti legislativi e ai fascicoli delle quattro serie speciali:		
	(di cui spese di spedizione € 264,45)	- annuale	€ **682,00**
	(di cui spese di spedizione € 132,22)	- semestrale	€ **357,00**

N.B.: L'abbonamento alla GURI tipo A, A1, F, F1 comprende gli indici mensili
Integrando con la somma di € 80,00 il versamento relativo al tipo di abbonamento alla *Gazzetta Ufficiale* - parte prima - prescelto, si riceverà anche l'**Indice Repertorio Annuale Cronologico per materie anno 2007.**

CONTO RIASSUNTIVO DEL TESORO

Abbonamento annuo (incluse spese di spedizione) € **56,00**

PREZZI DI VENDITA A FASCICOLI
(Oltre le spese di spedizione)

Prezzi di vendita:	
serie generale	€ 1,00
serie speciali (escluso concorsi), ogni 16 pagine o frazione	€ 1,00
fascicolo serie speciale, *concorsi*, prezzo unico	€ 1,50
supplementi (ordinari e straordinari), ogni 16 pagine o frazione	€ 1,00
fascicolo Bollettino Estrazioni, ogni 16 pagine o frazione	€ 1,00
fascicolo Conto Riassuntivo del Tesoro, prezzo unico	€ 6,00

I.V.A. 4% a carico dell'Editore

5ª SERIE SPECIALE - CONTRATTI ED APPALTI

(di cui spese di spedizione € 127,00)	- annuale	€ **295,00**
(di cui spese di spedizione € 73,00)	- semestrale	€ **162,00**

GAZZETTA UFFICIALE - PARTE II

(di cui spese di spedizione € 39,40)	- annuale	€ **85,00**
(di cui spese di spedizione € 20,60)	- semestrale	€ **53,00**

Prezzo di vendita di un fascicolo, ogni 16 pagine o frazione (oltre le spese di spedizione) € 1,00
I.V.A. 20% inclusa

RACCOLTA UFFICIALE DEGLI ATTI NORMATIVI

Abbonamento annuo	€ **190,00**
Abbonamento annuo per regioni, province e comuni - SCONTO 5%	€ **180,50**
Volume separato (oltre le spese di spedizione)	€ 18,00

I.V.A. 4% a carico dell'Editore

Per l'estero i prezzi di vendita, in abbonamento ed a fascicoli separati, anche per le annate arretrate, compresi i fascicoli dei supplementi ordinari e straordinari, devono intendersi raddoppiati. Per il territorio nazionale i prezzi di vendita dei fascicoli separati, compresi i supplementi ordinari e straordinari, relativi ad anni precedenti, devono intendersi raddoppiati. Per intere annate è raddoppiato il prezzo dell'abbonamento in corso. Le spese di spedizione relative alle richieste di invio per corrispondenza di singoli fascicoli, vengono stabilite, di volta in volta, in base alle copie richieste.

N.B. - Gli abbonamenti annui decorrono dal 1° gennaio al 31 dicembre, i semestrali dal 1° gennaio al 30 giugno e dal 1° luglio al 31 dicembre.

RESTANO CONFERMATI GLI SCONTI IN USO APPLICATI AI SOLI COSTI DI ABBONAMENTO

ABBONAMENTI UFFICI STATALI
Resta confermata la riduzione del 52% applicata sul solo costo di abbonamento

* tariffe postali di cui al Decreto 13 novembre 2002 (G.U. n. 289/2002) e D.P.C.M. 27 novembre 2002 n. 294 (G.U. 1/2003) per soggetti iscritti al R.O.C.

* 4 5 - 4 1 0 3 0 1 0 7 0 5 3 1 *

€ 41,00